

Влияние особенностей устройства ульев Фабра на заселение их пчелами *Osmia cornuta* (Latr.) и *O. bicornis* (L.) (Apoidea, Megachilidae)

Иванов С. П., Люманов Т. Р., Турбаева В. В.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, Республика Крым, Россия
spi2006@list.ru, lv_timur@mail.ru, turba13@mail.ru

Приводятся результаты экспериментальных исследований по выявлению влияния особенностей расположения гнездовых трубок на лицевой стенке улья Фабра на заселение трубок самками двух видов диких пчел: *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) и *O. bicornis* (Linnaeus, 1758). Дикие пчелы *O. cornuta* при заселении ульев Фабра охотней заселяли каналы, расположенные в нижней и верхней частях передней стенки улья по сравнению с трубками, расположенными в средней. Каналы, расположенные вдоль боковых краев лицевой стеки улья, заселялись преимущественно (чаще в 1,2 раза) по сравнению с каналами, расположенными в средней части лицевой стенки. Наиболее охотно (чаще в 1,3 раза) пчелы заселяли каналы, расположенные в углах лицевой стенки улья. Выбор гнездовых каналов, расположенных по краям и в углах лицевой стенки улья, предположительно объясняется тем, что расположение таких каналов легче запоминается самками в ходе выбора гнездовой трубы для устройства гнезда, по сравнению с каналами, расположенными в центре лицевой стенки улья. Выявлена оптимальная для пчел *O. cornuta* плотность расположения гнездовых каналов на передней стенке улья – 1 гнездовая полость на 9 см² (расстояние между летковыми отверстиями – 7 см). Как меньшая, так и большая плотность расположения каналов приводила к снижению уровня заселения ульев. В группах трубок (в пучках трубок и в группах с более разреженным расположением гнездовых каналов) крайние ряды каналов заселялись чаще в 1,2 раза. Эта закономерность в наибольшей степени проявлялась в группах с наиболее плотным и наиболее разреженным расположением гнездовых каналов. Высказывается предположение, что успешность заселения гнездовых каналов, расположенных на разном расстоянии друг от друга, как и расположенных в разных местах лицевой стенки улья, определяется степенью проявления способности самок ориентироваться в пределах лицевой стенки улья. Самки пчел *O. bicornis* заселяли более охотно (чаще в 1,6 раза) пучки трубок с косым срезом переднего края по сравнению с пучками трубок с прямым срезом. Предпочтительное заселение пчелами пучков трубок с косым срезом, предположительно, объясняется большим разнообразием окружения каждой трубы в пучке, которое способствует лучшей запоминаемости места расположения трубы. В пределах одного пучка самки *O. bicornis* в 9,4 раза чаще заселяли трубы, задвинутые в глубь пучка, по сравнению с выдвинутыми вперед, что пока не нашло убедительного объяснения.

Ключевые слова: конструктивные особенности улья Фабра, взаимное расположения летковых отверстий, разведение диких пчел, *Osmia bicornis*, *Osmia cornuta*.

ВВЕДЕНИЕ

Способы гнездования пчел семейства мегахилид известны менее, чем для одной пятой родов (Michener, 2007). Это обстоятельство является главным препятствием для широкого использования диких одиночных пчел как опылителей на основе их одомашнивания. Тем не менее, искусственное разведение диких пчел и использование их для опыления различных сельскохозяйственных растений уже осуществляется для целого ряда видов (Bohart, 1972; Maeta , 1978; Mader, 2001; Torchio, 1990; Torchio, Asensio, 1985; Maeta, Kitamura, 1969; Bosch, Kemp, 2000, 2006; Bosch et al., 2000; Maccagnani et al., 2003 и др.)

Пчелы осмии являются прекрасными опылителями многих растений. При этом многие виды осмий охотно заселяют ульи Фабра и хорошо поддаются искусственноому разведению. Для их содержания используют ульи Фабра различной конструкции, в которых в качестве гнездовых блоков может использоваться набор деревянных пластин с отверстиями, связки из пустотелых стеблей растений, трубы из различных материалов. Большинство из разводимых осмий – это весенние виды, которые направляются на опыление плодовых деревьев: *Osmia lignaria* в США (Levin, 1957; Tepedino, Torchio, 1989; Bosch, Kemp, 2000; Bosch et al.,

2006); *O. cornifrons* в Японии (Hirashima, 1963; Maeta, 1990); *O. pedicornis* так же в Японии (Kitamura, Maeta, 1969); *O. bicornis* в Европе (Free, Williams, 1970; Holm, 1973; Зинченко, 1984; *O. jacoti* и *O. excavata* в Китае (Zhou et al., 1992). Некоторые из этих видов были интродуцированы в другие страны для опыления различных сельскохозяйственных культур: *O. cornuta* и *O. bicornis* – в США (Torchio, Asensio, 1985), *O. cornifrons* – так же в США (Kuhn, Ambrose, 1984), *O. lignaria* – в Японию (Maeta, Kitamura, 1968). Для опыления люцерны, клевера и некоторых других культур, цветущих летом, предпринято разведение *O. caerulescens* в Европе (Tasei, 1972; Волошина, 1984; Зинченко, 1984 и в США (Parker, 1981), *O. latreillei* – в Израиле (Lupo, 1984) и *O. ribifloris* – в США (Torchio, 1990).

Первые этапы искусственного разведения диких пчел состоят в привлечении пчел в гнезда-ловушки в местах естественного гнездования и последующем наращивании их численности в условиях искусственного разведения. Успешность прохождения этих этапов во многом зависит от того, в какой мере ульи Фабра, предоставленные для заселения пчелам, соответствуют естественному субстрату их гнездования как в широком, так и в узком смысле этого понятия.

В ходе поиска оптимальных вариантов конструкций ульев для диких пчел проведены многочисленные исследования по выявлению наиболее приемлемых конструкций ульев, отдельных элементов их строения и материала гнездовых каналов, которые продолжаются и в настоящее время (Иванов, 2005; Taki et al., 2008; Martins et al., 2012 и др.). В результате этих и других исследований были разработаны и запатентованы целый ряд ульев для разведения диких пчел, как правило, предназначенных для разведения какого-то одного или небольшого числа экологически близких видов (Stephen, 1960; Олифир, 2005; Иванов, 1982; Welland, 2002; Патент..., 2019а, 2019б, 2022, 2023а, 2023б).

Улучшение конструкций существующих ульев Фабра и разработка новых является актуальной и практически важной задачей.

Цель настоящих исследований – выявить влияние некоторых конструктивных особенностей ульев Фабра, касающихся расположения и плотности летковых отверстий на лицевой стенке улья, а также разной компоновки гнездовых трубок в пучках на заселение ульев самками двух видов пчел-осмий: *Osmia cornuta* и *O. bicornis*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперименты по выявлению влияние конструктивных особенностей ульев Фабра на их привлекательность для самок двух видов пчел-осмий: *O. cornuta* и *O. bicornis* проводились в сезоны 20024–2025 годов в Крыму.

В качестве материала для проведения данного исследования были использованы гнезда диких пчел указанных видов, содержащие коконы с молодыми пчелами в состоянии зимней диапаузы. Эти гнезда были извлечены из ульев, заселение которых проходило в 2024 году на территории Биологической базы КФУ (с. Краснолесье, Симферопольский р-н).

В соответствии с целями и задачами наших исследований были изготовлены 5 ульев (рис. 1, 2а и 3д). Два улья для оценки влияния на заселение расположения летковых отверстий относительно центра лицевой стенки (рис. 1, первый и третий улей – слева направо). Два улья предназначались для оценки влияния плотности гнездовых каналов на передней стенке улья (рис. 1, второй и четвертый улей слева направо). И один улей для изучения влияния на заселение компоновки трубок в пучках (рис. 3д).

Ульи представляли собой ящики из деревянных реек и гофрированного картона, в который вставлялись гнездовые трубки.

Основу каждого улья составляла рамка из деревянных реек (2×5 см), на которую с двух сторон прибивались листы гофрированного картона. В листах картона, прибитых к рамке, проделывались отверстия, в которые вставлялись одиночные гнездовые трубки или пучки гнездовых трубок (рис. 4). Плоскости листов картона, прибитых к рамке, располагались параллельно на расстоянии 5 см друг от друга, таким образом каждая трубка или пучок



Рис. 1. Четыре экспериментальных улья Фабра, задействованные в экспериментах



Рис. 2. Один из ульев, предназначенный для выявления оптимальной плотности расположения гнездовых каналов на лицевой стенке улья Фабра
а – экспериментальный улей; б – пчёлы *Osmia cornuta*, выбирающие гнездовые трубы для гнезд; в – молодые пчелы, выходящие из материнских гнезд, которые размещены в тубусе, закрепленном под ульем.



Рис. 3. Пучки гнездовых трубок, отличающиеся большей или меньшей регулярностью в расположении входных отверстий и экспериментальный улей, задействованный в эксперименте по выявлению влияния компоновки трубок в пучках

Два варианта компоновки гнездовых трубок в пучках: трубы выравнены по переднему (а) или заднему (б и в) краю; пучки из трубок с косым и прямым срезом; внешний вид экспериментального улья (д) и варианты компоновки трубок в пучках улья крупным планом (е и ж).

трубок при вставлении в отверстия катонных листов опирались на оба листа. Рамка с вставленными в нее гнездовыми трубками помещалась в корпус из гофрированного картона. В качестве гнездовых трубок использовались отрезки стеблей тростника (*Phragmites cotonutus* Trin.).

Эксперимент по выявлению значения места расположения гнездовых каналов относительно центра лицевой стенки улья. В этом эксперименте были задействованы пчелы *O. cornuta* и использовались два экспериментальных улья, описание устройства которых и условия проведения эксперимента даны ниже в разделе Результаты исследований и обсуждение.

Оценка значения плотности летковых отверстий гнездовых каналов на лицевой стенке ульев. В этом эксперименте были задействованы пчелы *O. cornuta*. На передней стенке двух ульев, предназначенных для оценки значения плотности расположения гнездовых каналов на лицевой стенке улья, гнездовые трубы располагались группами по 19 трубок или в пучках по 19 штук трубок (рис. 1, второй и четвертый ульи слева направо). Три группы, в которых трубы располагались на расстоянии 7 см друг от друга, пять групп трубок на расстоянии 3 см и восемь групп трубок в виде пучков трубок, в которых расстояние между трубками (центрами входных отверстий трубок) равнялось 1 см. Число групп указано как сумма групп в двух ульях.

Таким образом, три варианта расположения гнездовых трубок были представлены в трех, пяти и 8 повторностях, соответственно.

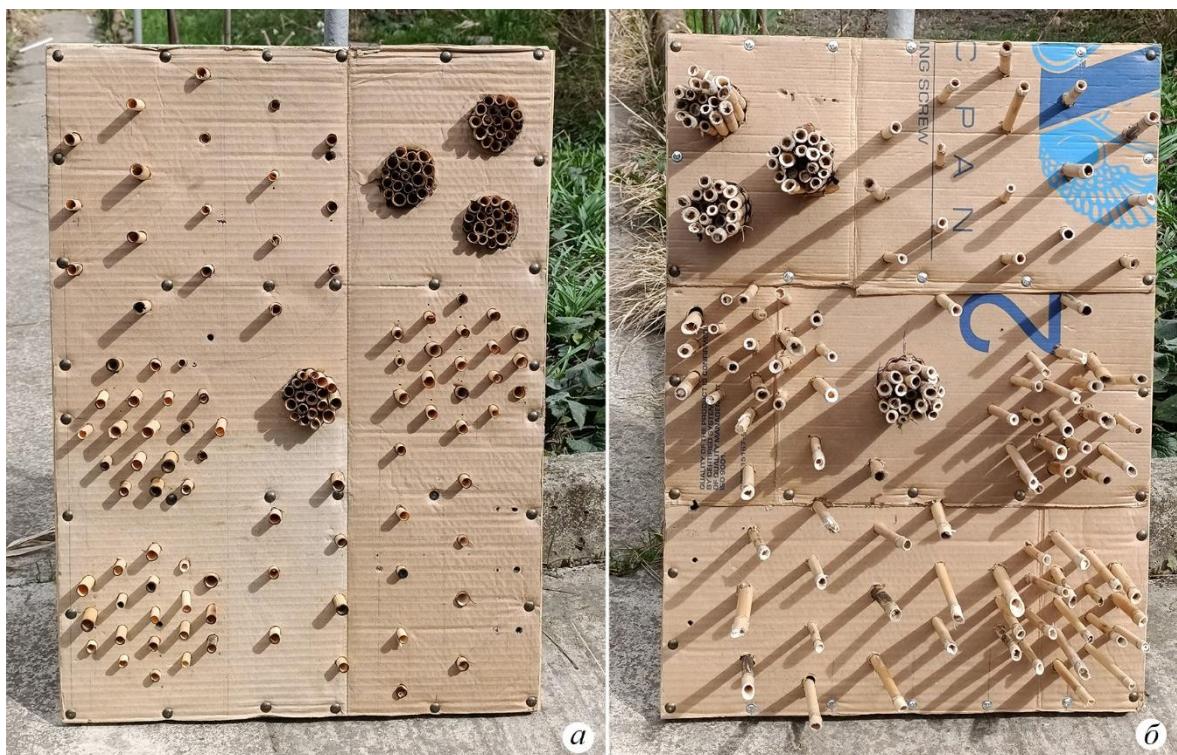


Рис. 4. Один из экспериментальных ульев на стадии изготовления

а – лицевая стенка улья с вставленными трубками из отрезков тростника; *б* – та же стенка с обратной стороны, видны трубки, собранные в пучки и одиночные трубки, вставленные в лицевую стенку в определенном порядке на разном расстоянии друг от друга.

Эксперимент по выявлению зависимости заселения гнездовых трубок от вида переднего края пучка и удаленности входных отверстий гнездовых каналов от края группы трубок или края пучка трубок. В этом эксперименте были задействованы пчелы *O. cornuta* и *O. bicornis*.

В этом эксперименте самкам пчел предлагались для заселения пучки с большей или меньшей регулярностью (однообразностью) расположения гнездовых трубок (рис. 3 *а–г*).

На рисунке 3*а* и 3*б* представлены два пучка, скомпонованные из одних и тех же трубок, в одном из которых трубки выравнены по переднему краю (3*а*), а во втором – по заднему (3*б*, *в*). Летковые отверстия в первом пучке находятся в одной плоскости и их расположение более регулярно, чем во втором пучке. Очевидно, что при такой компоновке трубок в пучке пчелам труднее запомнить расположение выбранной для постройки гнезда трубку и, в дальнейшем, в ходе его строительства и заготовки провизии для личинок.

Еще большую регулярность в расположении входных отверстий имеют пучки с трубками с прямым срезом переднего края, так же выравненными по переднему краю (рис. 3*г*). Высокая регулярность расположения трубок в таких пучках сохраняется при взгляде на них с любой стороны, в то время как в пучках с косым срезом такая регулярность проявляется только при взгляде на них строго в торец вдоль продольной оси трубок.

В эксперименте по оценке значения удаленности леткового отверстия от края группы трубок или края пучка оценивались, по сути, ориентационные способности пчел *O. cornuta*. В данном случае была использована методика, предложенная С. П. Ивановым с соавторами (2014). Методика основана на предположении, что при выборе трубки для заселения, пчелам легче запомнить расположение трубок внешнего наружного ряда группы трубок (или пучка трубок), труднее – второго ряда, и наибольшие трудности для пчел представляют трубки, расположенные в центре группы (или пучка) (рис. 5).



Рис. 5. Взаимное размещение гнездовых трубок в пучках

а – схема взаимного расположения трубок в идеальном пучке, выделены трубы внешнего ряда (сетчатая штриховка), второго ряда (заливка серым цветом) и трубка в центре пучка (без выделения); б – вид пучка трубок, закрепленного на передней стенке улья, видны результаты заселения: три запечатанных гнезда в трубках внешнего ряда, два гнезда в трубках второго ряда и одно гнездо в центральной трубке пучка; в – пучок, собранный из трубок разного диаметра.

Описанные выше три варианта компоновки трубок в группах (включая пучки) были предложены пчелам *O. cornuta* для заселения в двух ульях (рис. 1, 2-й и 4-й улей слева направо), общее число гнездовых трубок в которых составило 304. Вариант пучков трубок с прямым срезом, выравненных по переднему краю, был представлен в 4 повторностях; вариант пучков трубок с косым срезом, выравненных по переднему краю – в 4 повторностях; вариант пучков трубок с косым срезом, выравненных по заднему краю, – в 8 повторностях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эксперимент по оценке значения места расположения гнездовых каналов относительно центра лицевой стенки улья. В этом эксперименте были задействованы пчелы *O. cornuta* и использовались два экспериментальных улья в составе группы ульев из четырех (рис. 1, первый и третий улей по порядку слева направо). Эти ульи одновременно использовались и в эксперименте по оценке влияния контрастности леткового отверстия гнездового канала на заселение. Результаты эксперимента по выявлению значения контрастности леткового отверстия будут представлены в следующей публикации.

В каждом из ульев гнездовые каналы располагались группами по 7 каналов в каждом (рис. 1). Можно заметить, что группы из 7 каналов располагались на лицевой стенке улья в три ряда по горизонтали и в три ряда по вертикали.

В таблице 1 представлены данные, позволяющие оценить влияние расположения гнездовых каналов относительно центра лицевой стенки улья.

Горизонтальные ряды в таблице обозначены как верхний, средний и нижний, а вертикальные – как левый крайний, средний и правый крайний. Такое разделение каналов позволило выявить предпочтение при заселении их самками пчел в зависимости от их близости к верхнему, среднему или нижнему краю улья, а также в зависимости от близости к левому или правому вертикальным краям улья.

Анализ данных, представленных в таблице 1, выявил ряд интересных тенденций. Во-первых, наблюдается более высокий процент заселения крайних гнездовых каналов по сравнению с центральными, независимо от того, как ориентированы эти группы каналов – горизонтально или вертикально. Рассмотрим заселение горизонтальные рядов. Доля заселенных каналов в нижних рядах выше, чем каналов верхнего и среднего рядов. Возможно, это свидетельствует о предпочтении пчелами гнезд, расположенных на меньшей высоте, ближе к поверхности земли. В связи этим, можно было бы предположить, что пчелы чаще

Таблица 1

Заселение гнездовых каналов, расположенных на лицевой стенке улья в разных местах относительно ее центра

Положение каналов относительно центра	Число заселенных каналов			Сумма	Доля заселенных каналов, %
Горизонтальные ряды каналов					
Верхний ряд	8	6	10	24	57,1
Средний ряд	8	7	8	23	54,8
Нижний ряд	8	8	9	25	59,5
Вертикальные ряды каналов					
Левый крайний ряд	8	8	8	24	57,1*
Средний ряд	6	7	8	21	50,0
Правый крайний ряд	10	8	9	27	64,3*
Группы каналов, расположенные в углах передней стенки					
Верхние углы	8		10	18	64,2*
Нижние углы	10		9	19	67,9*

Примечание к таблице. * – отличия от минимального значения достоверны при $P > 0,95$. Комментарии по значениям, которые выделены жирным шрифтом, даны в тексте.

выбирали нижние ряды каналов, поскольку для подлета к ним требуется меньшие затрат энергии. Однако, такое объяснение опровергается тем, что верхний ряд, хотя и расположен на большем расстоянии от поверхности земли, чем нижний, тоже заселялся активно, отличаясь от нижнего ряда всего на 2,4 %, и заселялся на 2,3 % чаще среднего ряда, который располагался ниже его.

Учитывая это, можно предположить, что преимущественное заселение нижнего и верхнего рядов связано не с положением относительно уровня земли, а с близостью их к краям улья.

Аналогичная тенденция наблюдалась при заселении пчелами вертикально расположенных рядов. Крайние вертикальные ряды (левый и правый) продемонстрировали более высокий процент заселения по сравнению с центральным вертикальным рядом – больше в 1,2 раза. При этом разница между процентом заселения крайних и центрального рядов достоверна. Это подтверждает наше предположение о том, что пчелы предпочитают заселять гнездовые каналы, расположенные ближе к краям улья.

Наибольший процент заселения отмечен для каналов, расположенных в углах лицевой стенки – больше в 1,3 раза по сравнению с центральной частью лицевой стенки. Разница достоверна.

Эти данные наиболее ярко демонстрируют, какое значение имеет расположение гнездового канала на лицевой стенке улья относительно ее центра. При выборе канала пчелы предпочитают трубки, расположенные, по краям и особенно в углах лицевой стороны ульев.

В целом, на основе данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о наличии закономерности – преимущественное заселение крайних на лицевой стенке рядов каналов.

Эксперимент по выявлению значения плотности расположения гнездовых каналов на лицевой стенке улья. В этом эксперименте были задействованы пчелы *Osmia cornuta*. Были использованы также два улья (рис. 6), в каждом из которых были размещены трубки, расположенные на разном расстоянии друг от друга: 7 см, 3 см и вплотную друг к другу в пучках. Расстояние между центрами входных отверстий в последнем случае равнялось 1 см. В двух ульях находились восемь пучков трубок с расстоянием между центрами летковых отверстий гнездовых каналов 1 см, пять групп гнездовых каналов с расстоянием между ними

3 см, и три группы гнездовых каналов с расстоянием между ними 7 см. Таким образом, три варианта опыта в этом эксперименте были проведены в 8, 5 и 3 повторностях, соответственно. Результаты проведения этого эксперимента представлены в таблице 2.

Из данных таблицы следует, наиболее предпочтаемой плотностью расположения гнездовых каналов на лицевой стенке улья является средняя плотность при расстоянии между центрами летковых отверстий каналов равном 3 см. Наименее охотно заселялись пучки трубок при расположении гнездовых каналов вплотную друг к другу.

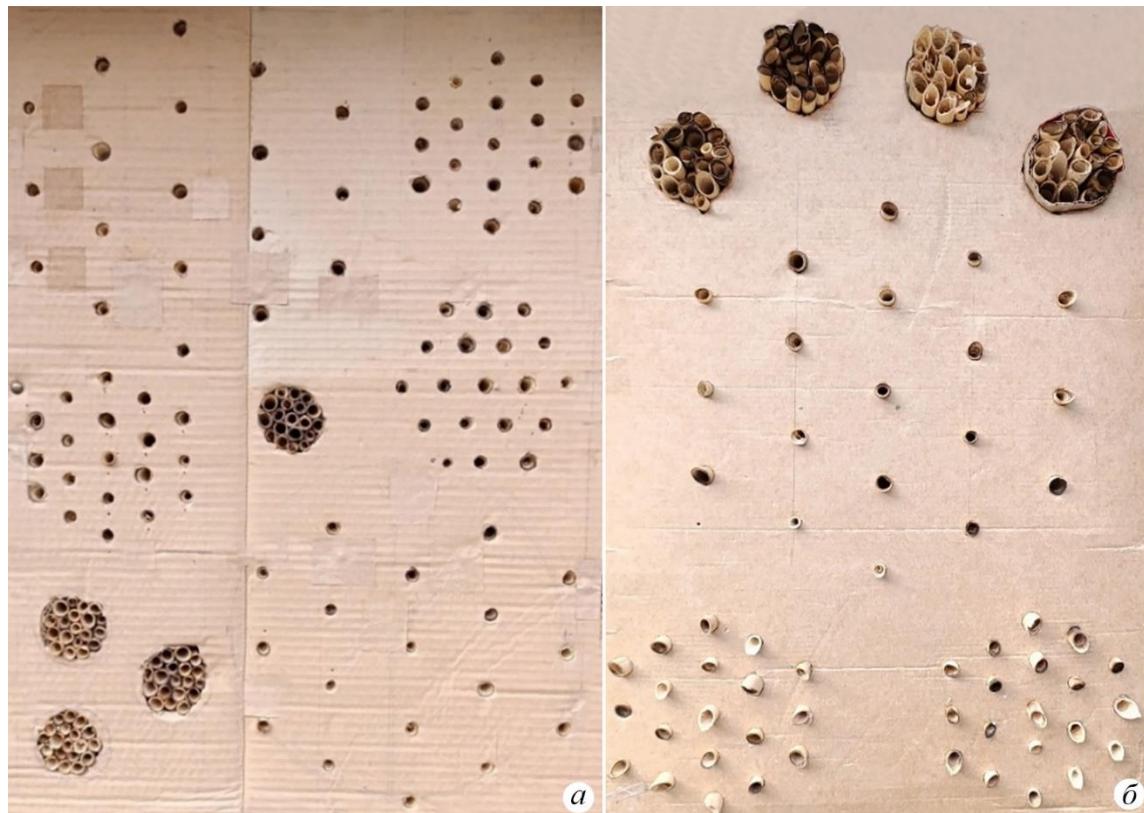


Рис. 6. Лицевые стенки двух экспериментальных ульев, задействованных в эксперименте по выявлению влиянию плотности летковых отверстий на лицевой стенке улья

a – улей, вместивший две повторности опыта с расположением гнездовых каналов на расстоянии 7 см, три повторности – 3 см и 4 повторности – 1 см; *б* – улей, где перечисленные повторности представлены одной, двумя и четырьмя повторностями, соответственно.

Таблица 2

Заселение гнездовых каналов в зависимости от плотности их расположения на лицевой стенке улья

Расстояние между центрами летковых отверстий, см	Число заселенных гнездовых каналов по повторностям									Сумма	Доля заселенных каналов, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	7	8	9	6	5	8	9	6	58	38,2	
3	9	11	4	11	10				45	47,4*	
7	8	7	10						25	43,9	

Примечание к таблице. * – отличия между минимальным и максимальным значениями достоверны при $p > 0,95$.

Полученные данные подтверждают наше предположение о существенном значении плотности гнездовых каналов на лицевой стенке улья. Наличие существенной разницы в заселении трубок с разным расстоянием между ними однозначно указывает на влияние этого фактора на выбор места гнездовой трубки. Тем не менее, требуются дополнительные исследования для выяснения механизмов этого влияния и уточнения оптимального расстояния между гнездовыми каналами в ульях для *O. cornuta*.

Эксперимент по выявлению предпочтения каналов, расположенных на разном удалении от края группы или пучка трубок. В этом эксперименте были задействованы пчелы *O. cornuta*. Условия проведения этого эксперимента подробно описаны в разделе Методика. В таблице 3 представлены результаты данного эксперимента.

Из трех вариантов расположения трубок в группе – трубки первого ряда, трубки второго ряда и трубки третьего ряда, последний из вариантов представлен крайне небольшим числом трубок. В каждой группе трубок, а всего их было 16, этому варианту расположения соответствовала только одна трубка. В результате в этом эксперименте пчелам для заселения было представлено всего 16 трубок. Такое небольшое количество трубок не позволяет получить сколько-нибудь достоверные сведения в отношении предпочтения или неприятия этого варианта пчелами, выбирающими гнездовой канал для заселения. Поэтому мы будем рассматривать только результаты эксперимента по первым двум вариантам опыта – трубки первого и второго ряда.

Результаты этого эксперимента, а первый взгляд, выглядят противоречиво. Наибольший процент заселения зарегистрирован для трубок внешнего ряда в группе с наиболее редким расположением трубок (7 см между трубками) – 33,8 %. Однако второй по величине результат отмечен для трубок второго ряда в группе со средним расстоянием между трубками (3 см) – 26,7 %. Третий по величине результат отмечен вновь для трубок первого ряда в группах, где гнездовые трубки расположены вплотную.

Объяснить выявленные противоречия, на наш взгляд, можно, если учесть, что преимущественное заселение трубок первого (внешнего) ряда отмечено в группах, к которым пчелы проявили наименьший интерес. Меньший процент заселения этих групп в целом (табл. 2) объясняется трудностями, которые испытывают пчелы при запоминании места выбранной

Таблица 3

Заселение гнездовых каналов в зависимости от их расположения
относительно края группы каналов

Расстояние между центрами летковых отверстий, см	Число заселенных гнездовых каналов / доля заселенных каналов, %			Общее число каналов, предоставленных для заселения	
	Положение гнездового канала в группе				
	Внешний ряд в группе	Второй ряд в группе	Центр группы		
1	23 / 23,5	10 / 20,8	4 / 50,0	152	
3	13 / 21,6	8 / 26,7	2 / 40,0	95	
7	12 / 33,8*	3 / 16,7	0 / 0	57	
В среднем	16 / 26,6	7 / 21,4	2 / 37,5		
Общее число каналов, предоставленных для заселения	192	96	16		

Примечание к таблице. По значениям, выделенным жирным, см. текст. * – отличия между минимальным и максимальным значениями достоверны при $p>0,95$.

гнездовой полости как в группах с самым плотным (в пучках), так и с самым редким расположением трубок. В группах средней плотности расположения трубок пчелы ориентируются лучше, что обеспечивает и больший процент заселения в целом этого варианта, и больший процент заселения трубок второго ряда.

Эксперимент по выявлению предпочтения в заселении пучков гнездовых трубок с разной компоновкой трубок в пучке и вида переднего края пучка трубок. В этом эксперименте были задействованы пчелы *O. bicornis*. Условия проведения этого эксперимента подробно описаны в разделе Методика. Результаты эксперимента представлены в таблице 4.

Как показано в таблице, в этом эксперименте пчелам для заселения были представлены два варианта компоновки трубок в пучке. В одном варианте трубки в пучке выравнивались по переднему краю, а во втором – по заднему (рис. 3 а, б). Кроме того, пучки формировались из трубок двух видов: с прямым срезом переднего конца и косым (рис. 3г). Цель этого эксперимента оценить привлекательность ульев Фабра для пчел в зависимости от расположения и вида летковых отверстий гнездовых каналов, которые в наибольшей степени отвечают ориентационным способностям самок *O. bicornis*, и позволяют им достаточно уверенно запоминать расположение гнездовой трубы, выбранной для строительства и фуражировки гнезда.

Из данных таблицы следует, что наименее привлекательным для пчел оказался вариант пучков, в которых гнездовые рубки были выровнены по переднему краю и имели прямой срез переднего края. Что было ожидаемо, поскольку в этом варианте компоновки трубок (выравнивание по переднему краю) в сочетании с прямым срезом переднего края трубок, максимально затрудняет запоминание местоположения трубы в пучке.

Наибольший процент заселения отмечен для пучков, связанных из трубок с косым срезом, выравненным по переднему краю. Косые срезы трубок в пучке не были

Таблица 4

Заселение пучков гнездовых трубок в зависимости от компоновки трубок в пучке и среза переднего края пучка

Взаимное расположение трубок в пучке	Вид пучка сбоку (схема)	Число пучков (повторность) / число трубок	Число заселенных трубок	Доля заселенных трубок, %
Выравнивание по переднему краю (прямой срез)		4 / 76	22	28,9
Выравнивание по переднему краю (косой срез)		4 / 76	35	46,1**
Выравнивание по заднему краю (косой срез)	1 	8 / 76	47	61,8**
	2 	8 / 76	5	6,6

Примечание к таблице. 1 – учет заселения только коротких трубок, входные отверстия которых удалены от переднего края пучка в глубь пучка; 2 – учет заселения только длинных трубок, входные отверстия которых расположены близко к переднему краю пучка; * – отличия от минимального значения достоверны при $p>0,95$; ** – отличия достоверны при $p>0,99$.

ориентированы в какую-то одну сторону, и каждая трубка в пучке хорошо отличалась от соседней так же, как и каждый пучок имел оригинальный вид.

Третий вариант опыта (трубки в пучках выравнены по заднему краю) дал промежуточное значение доли заселенных гнездовых трубок – 34,2 %. Однако в этом случае заселение трубок было не равномерным. Трубки выдвинутые и, казалось бы, самые заметные для пчел заселились всего на 6,6 %, а задвинутые в глубь пучка – на 61,8 %. И это максимальный процент заселения, не только в данном эксперименте, но и во всех наших экспериментах. В отношении возможностей запомнить местоположение таких трубок, можно с уверенностью сказать, что эти трубки ничем не отличаются от выдвинутых. Значит дело не в лучшей ориентации самок. Можно предположить, что в данном случае кроме хорошей ориентации самок, хорошее заселение было обеспечено затененностью этих трубок. Такое предположение основано на данных предыдущих исследований, в которых было показано стремление самок *O. bicornis* заселять преимущественно затененные участки лицевой стенки улья (Иванов, 2007).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам заселения экспериментальных ульев Фабра дикими пчелами *Osmia cornuta* и *Osmia bicornis* можно сделать следующие заключения.

Пчелы *O. cornuta*. Гнездовые каналы, расположенные в разных местах лицевой стенки улья Фабра, заселяются неравномерно. Наибольший процент заселения отмечен для каналов, расположенных в углах лицевой стенки, далее следуют боковые края лицевой стенки и далее нижние края. Наименее охотно заселяются гнездовые каналы в центре лицевой стенки. Предположительно, фактором, определяющим избирательность при заселении гнездовых каналов улья Фабра, является способность самок пчел запомнить место расположения выбранного для гнезда канала в пределах лицевой стенки улья.

Заметное влияние на заселяемость каналов оказывает расстояние между летковыми отверстиями гнездовых каналов на лицевой стенке улья. При наличии выбора среди каналов: максимально сближенных, удаленных друг от друга на расстояние 3 см и удаленных на расстояние 7 см, самки пчел предпочитают заселять каналы, расположенные на расстоянии 3 см, которое, видимо, является оптимальным для ориентации самок.

Предположение, что успешность заселения гнездовых каналов определяется способностью самок хорошо ориентироваться в пределах лицевой стенки улья подтверждается характером заселения гнездовых каналов в пределах отдельных групп каналов. Крайние ряды каналов в плотных и наиболее разреженных скоплениях гнездовых каналов заселяются преимущественно, а в группах с оптимальным средним расстоянием между каналами преимущественно заселяются трубки второго ряда.

Пчелы *O. bicornis*. Заселяемость пучков трубок с косым срезом переднего края в 1,6 раза выше, чем с прямым. Эта закономерность так же объясняется большими возможностями запомнить расположение выбранной для заселения трубы в пучках из трубок с косым срезом.

Затененные каналы канала в глубине пучка заселялись в 9,4 раза чаще, чем незатененные выдвинутые вперед. Достаточно убедительных объяснений этой закономерности нами не найдено.

При конструировании ульев Фабра наряду с обеспечением их технологичности следует учитывать видовые биологические особенности пчел.

Список литературы

- Волошина Т. А. Перспективы введения в культуру местных видов диких одиночных пчел – опылителей люцерны // Труды Зоологического института АН СССР. – 1984. – Т. 128. – С. 87–93.
Зинченко Б. С., Гукало В. Н. Рыжая осмия – опылитель // Пчеловодство. – 1991. – № 7. – С. 44–45.
Иванов С. П. Влияние контрастности входа гнездовых каналов на заселение ульев Фабра дикими пчелами *Osmia cerinthidis* и *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae) // Естественный альманах (Сб. научн. работ). Серия «Биологические науки». – Херсон: Персей, 2005. – Вып. 6. – С. 60–68.

Иванов С. П. Конструктивные особенности искусственных гнездовий для одиночных пчел // Насекомые-опылители сельскохозяйственных культур (Сб. научн. тр.). – Новосибирск: Сиб. отдел. ВАСХНИЛ, 1982. – С. 79–83.

Иванов С. П., Жидков В. Ю., Дубинина А. В. Изучение способности пчел-мегахилид (Hymenoptera: Megachilidae) к ориентации по результатам заселения ими гнезд-ловушек // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. – 2014. – № 9, часть 3. – С. 44–46.

Олифир В. Н. Разведение и содержание диких пчел. – М.: АСТ, 2005. – 138 с.

Патент РФ на изобретение № 2804805 С1 Российская Федерация, МПК A01K 47/00 (2006.01), A01K 47/00 (2023.08). Улей для диких пчел – опылителей трудно опыляемых культур и растений редких и исчезающих видов / Иванов С.П., Сволынский А. Д., Курамова В. В. Патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – Заявка № 2023107090, заявл. 23.03.2023, опубл. 06.10.2023б, Бюл. № 10 с.

Патент РФ на изобретение № 2804805, МПК A01K 47/00 (2023.08). Улей для пчел – опылителей труднопыляемых культур и растений редких и исчезающих видов / Иванов С.П., Сволынский А.Д., Курамова В. В. Патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» (RU). – Заявка № 2023107090, заявл. 23.03.2023, опубл. 06.10.2023а, Бюл. № 28.

Патент РФ на полезную модель № 186009, МПК: A01K 47/00. Улей для диких пчел / Иванов С. П., Жидков В. Ю. Патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – Заявка № 2017147104, заявл. 29.12.2017, опубл. 26.12.19а, Бюл. № 36.

Патент РФ на полезную модель № 186446, МПК: A01K 47/00. Улей для диких пчел / Иванов С. П., Гауль А. М. А. Патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – Заявка № 2017128598, заявл. 10.08.2017, опубл. 21.01.19б, Бюл. № 3.

Патент РФ на полезную модель № 208813, МПК: A01M 1/02. Кассетный улей для диких пчел / Иванов С. П., Жидков В. Ю., Ончуро М. В. Патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – Заявка № 208813, заявл. 08.07.2021, опубл. 14.01.2022, Бюл. № 2.

Bosch J., Kemp W. P., Peterson S. S. Management of *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) populations for almond pollination: methods to advance bee emergence // Environment Entomology. – 2000. – Vol. 29, N 5. – 874–883.

Bosch J., Kemp W. P., Trostle G. E. Bee population returns and cherry yields in an orchard pollinated with *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) // Journal of Economic Entomology. – 2006. – Vol. 99, N 2. – P. 408–413.

Free J. B., Williams I. H. Preliminary investigations on the occupation of artificial nests by *Osmia rufa* L. (Hymenoptera, Megachilidae) // Journal of Applied Ecology. – 1970. – Vol. 7, N 3. – P. 559–566.

Hirashima Y. Notes on the utilization of *Osmia cornifrons* as a pollinator of apples // Kontyu. – 1963. – Vol. 31. – P. 280.

Holm S. N. *Osmia rufa* L. (Hym. Megachilidae) as a pollinator of plants in greenhouse // Entomologica Scandinavica. – 1973. – Vol. 4, N 3. – P. 217–224.

Kitamura T., Maeta Y. Studies on the pollination of apple by *Osmia*. III. Preliminary report on the homing ability of *Osmia cornifrons* (Radoszkowsky) and *O. pedicornis* Cockerell // Kontyu. – 1969. – Vol. 37, N 1. – P. 83–90.

Kuhn E. D., Ambrose J. T. Pollination of «delicious» apple by megachilid bees of the genus *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae) // Kansas Entomological Society. – 1984. – Vol. 57, N 2. – P. 169–180.

Levin M. D. Artificial nesting burrows for *Osmia lignaria* Say // Journal of Economic Entomology. – 1957. – Vol. 50, N 4. – P. 506–507.

Lupo A. *Osmia latreillei iberoafricana* (Megachilidae, Hymenoptera) as a potential pollinator // Colloq. INRA. – 1984. – N 21. – P. 467–476.

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, N 3. – P. 207–216.

Maeta Y. [Comparative studies on the biology of the bees of the genus *Osmia* of Japan, with special reference to their management for pollination of crops (Hymenoptera: Megachilidae)] // Bull. Tohoku Natur. Agron. Exper. Station. – 1978. – N 57. – 221 p.

Maeta Y. Utilization of wild bees // Farming Japan. – 1990. – Vol. 24, N 6. – P. 13–22.

Maeta Y., Kitamura T. Some biological notes on the introduced wild bee, *Osmia* (*Osmia*) *lignaria* Say (Hymenoptera, Megachilidae) // Bull. Tohoku natur. agron. exper. Station. – 1968. – N 36. – P. 53–70.

Martins C. F., Ferreira R. P., Carneiro L. T. Influence of the Orientation of Nest Entrance, Shading, and Substrate on Sampling Trap-Nesting Bees and Wasps // Neotropical Entomology. – 2012. – Vol. 41, Is. 3. – P. 105–111.

Michener C. D. The bees of the world, second edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, London, 2007. – 953 pp.

Parker F. D. Nests and nest associates of a desert bee *Osmia marginata* Michener // Southwestern Entomol. – 1981. – Vol. 6, N 3. – P. 184–189.

Stephen W. P. Artificial bee beds for the propagation of the alkali bee, *Nomia melanderi* Ckll. // J. econ. Entomol. – 1960. – Vol. 53, N 6. – P. 1025–1030.

Taki H., Kevan P. G., Viana B. F., Silva F. O., Buck M. Artificial covering on trap nests improves the colonization of trap-nesting wasps // Journal of Applied Entomology. – 2008. – Vol. 132 – P. 225–229.

Tasei J.-N. Observations préliminaires sur la biologie d'*Osmia* (*Chalcosmia*) *coeruleescens* L. (Hymenoptera: Megachilidae), pollinisatrice de la luzerne (*Medicago sativa* L.) // Apidologie. – 1972. – Vol. 3, N 3. – P. 149–165.

Tepedino V. J., Torchio P. F. Influence of nest hole selection on sex ratio and progeny size in *Osmia lignaria propinqua* (Hymenoptera: Megachilidae) // Annals of the Entomological Society of America. – 1989. – Vol. 82, N 3. – P. 355–360.

Torchio P. F. *Osmia ribifloris*, a native bee species developed as a commercially managed pollinator of highbush blueberry (Hymenoptera: Megachilidae) // Kansas Entomological Society. – 1990. – Vol. 63, N 3. – P. 427–436.

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) // Kansas Entomological Society. – 1985. – Vol. 58, N 1. – P. 42–52.

Welland R. Blue orchard bee nest box // Bee World. – 2002. – Vol. 83, N 3. – P. 145–147.

Zhou W.-R., Wang R., Wei S.-G. Utilization of *Osmia* bees as pollinators for fruit trees in China // Proceedings of 19 International Congress Entomol (Abstracts). – Beijing, 1992. – P. 249.

Ivanov S. P., Lyumanov T. R., Trubaeva V. V. The Influence of Fabre Hive Design Features on the Colonization of *Osmia cornuta* (Latr.) and *O. bicornis* (L.) Bees (Apoidea, Megachilidae) // Экосистемы. 2025. Iss. 42. P. 138–150.

The article presents the results of experimental studies to determine the influence of the location of nest tubes on the front wall of a Fabre hive on the colonization of the tubes by females of two wild bee species: *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) and *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758). When colonizing Fabre hives, wild *O. cornuta* bees more readily colonized the channels located in the lower and upper parts of the front wall of the hive compared to the tubes located in the middle. The channels located along the lateral edges of the front stack of the hive were colonized preferentially compared to the channels located in the middle part of the front wall (1.2 times more often). Bees most readily colonized the channels located in the corners of the front wall of the hive (1.3 times more often). The preference for nesting canals located at the edges and corners of the hive's front wall is presumably explained by the fact that the location of such canals is more easily remembered by females when selecting a nest tube for nest construction, compared to canals located in the center of the hive's front wall. The optimal density of nesting canals on the front wall of the hive for *O. cornuta* bees was found to be 1 nest cavity per 9 cm² (with a distance of 7 cm between entrance holes). Both lower and higher canal densities resulted in lower colonization rates. In tube groups (in tube bundles and in groups with a more sparsely spaced nesting canals), the outermost rows of canals were 1.2 times more likely to be colonized. This pattern was most pronounced in groups with the densest and most sparsely spaced nesting canals. It has been suggested that the success of colonizing nesting canals located at different distances from each other, as well as in different locations on the hive's front wall, is determined by the degree of female orientation within the hive's front wall. *O. bicornis* females colonized tube bundles with an oblique cut anterior edge more readily than tube bundles with a straight cut (1.6 times more frequently). This preferential colonization of tube bundles with oblique cuts is presumably explained by the greater diversity of the environment surrounding each tube within the bundle, which facilitates better memorization of the tube's location. Within a single bundle, *O. bicornis* females colonized tubes recessed within the bundle 9.4 times more often than those protruding forward, a finding that has not yet been convincingly explained.

Key words: Fabre hive design features, relative positioning of entrance holes, wild bee breeding, *Osmia bicornis*, *Osmia cornuta*.

Поступила в редакцию 15.05.25

Принята к печати 15.06.25