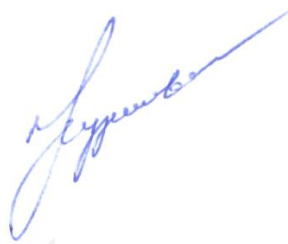


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

На правах рукописи



КУЗИЧЕВА НАДЕЖДА НИКОЛАЕВНА

**ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО
РАЗВЕДЕНИЯ ДИКОЙ ПЧЕЛЫ *OSMIA CORNUTA* (LATREILLE, 1805)
В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА ДОНБАССА**

Специальность: 4.2.4 – частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
Маннапов Альфир Габдуллович,
доктор биологических наук, профессор

Москва, 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1 Биология гнездования <i>Osmia cornuta</i>	12
1.1.1 Локализация и общее строение гнезда.....	12
1.1.2 Развитие преимагинальных фаз и репродуктивный потенциал в естественных условиях.....	15
1.1.3. Размещение и соотношение полов в гнездах.....	18
1.2. Экологические связи <i>Osmia cornuta</i>	18
1.2.1 Сезонная активность <i>Osmia cornuta</i>	20
1.2.2. Трофические связи.....	21
1.2.3 Естественные враги и болезни.....	23
1.3. Методики привлечения <i>Osmia cornuta</i> в искусственные гнездовые конструкций.....	29
Глава 2. ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОН- БАССА.....	39
2.1 Географическое положение и рельеф.....	39
2.2 Климат.....	40
2.3. Ландшафтная структура.....	42
2.4 Растительный покров на территории Донбасса.....	44
Глава 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
3.1 Изучение биологии и экологии <i>Osmia cornuta</i>	47
3.1.1 Изучение гнездостроительной и фуражировочной активности.....	49
3.1.2 Изучение строения гнезд.....	54
3.1.3 Изучение биохимических показателей пчел <i>Osmia cornuta</i> обеспе- чивающих диапаузу.....	59
3.1.4 Изучение уровня аминокислот в гемолимфе самок <i>Osmia cornuta</i>	61
3.1.5 Изучение трофических связей.....	64
3.1.6. Оценка завязываемости и урожайности плодов в миндальном саду	66

3.2. Методика изучения возможностей искусственного разведения	
<i>Osmia cornuta</i>	67
3.2.1 Получение маточных гнезд методом искусственных гнездовых конструкций.....	69
3.2.2 Методика хранения коконов пчел <i>Osmia cornuta</i>	69
3.2.3 Методика изучения гнездовых паразитов <i>Osmia cornuta</i>	71
Глава 4. БИОЛОГИЯ ГНЕЗДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПЧЕЛЫ <i>OSMIA CORNUTA</i>	73
4.1 Сезонная и суточная активность имаго.....	73
4.2 Гнездостроительная и фуражирующая активность.....	82
4.3. Строение и состав гнезд.....	86
4.3.1 Основные структурные элементы гнезда.....	87
4.3.2 Соотношение полов в гнездах.....	90
4.4. Развитие преимагинальных фаз.....	93
4.4.1 Биохимические показатели пчел <i>Osmia cornuta</i> обеспечивающие диапаузу.....	101
4.4.2 Уровень заменимых и незаменимых аминокислот в гемолимфе самок пчел <i>Osmia cornuta</i>	103
4.5 Трофические связи.....	106
4.6. Гнездовые паразиты <i>Osmia cornuta</i>	107
Глава 5. ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ <i>OSMIA CORNUTA</i> ДЛЯ ОПЫЛЕНИЯ ЭНТОМОФИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ДОБАССА.....	112
5.1. Разведение для опыления мелиттофильных культур открытого грунта.....	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	122
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	124
ПЕРСПЕКТИВЫ.....	125
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	126
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	127
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	152

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Развитие современного сельского хозяйства непосредственно связано с повышением эффективности выращивания энтомофильных культур, для которых качественное опыление является ключевым фактором формирования урожайности. Наряду с медоносной пчелой *Apis mellifera*, значительную роль в опылении дикорастущих и сельскохозяйственных растений играют дикие пчёлы, однако их опылительный потенциал в агроценозах часто остаётся недооценённым (Klein A. M., 2007; Ollerton J., 2011). В мировой практике рассматривается перспективность включения отдельных видов диких пчёл в систему биологического опыления, что подтверждается успешным промышленным разведением *Nomia melanderi*, *Megachile rotundata* и *Bombus terrestris*.

В странах СНГ вопросы использования рогатой осмии (*Osmia cornuta*) в качестве опылителя энтомофильных культур в условиях открытого грунта до настоящего времени изучены фрагментарно. Между тем данный вид обладает рядом преимуществ: *O. cornuta* демонстрирует высокую частоту посещения цветков, обеспечивает плотный контакт тела с пыльниками, не проявляет агрессивности при содержании и сохраняет опылительную активность в условиях нестабильной погоды – в отличие от *A. mellifera* (Vicens N., Bosch J., 2000; Bosch J., 1994; Free J. B., 1960). Показано также, что одиночные пчёлы способны компенсировать снижение численности медоносных пчёл, стабилизируя процессы опыления (Winfree R. et al., 2010).

Исследования свидетельствуют, что представители рода *Osmia* эффективно опыляют плодовые культуры родов *Malus*, *Prunus* и *Pyrus*, а также ряд ягодных и тепличных растений (Гукало В. М., 1998; Голиков В. И., 2001). Однако для успешного внедрения *O. cornuta* в агропроизводственную практику необходимы комплексное изучение её биологии и экологии в конкретных климатических условиях региона, разработка методов искусственного разведения и оценка эффективности применения при опылении сельскохозяйственных культур.

В этой связи исследование рогатой осмии в условиях Донбасса является актуальным, поскольку направлено на расширение видового состава используемых опылителей, повышение устойчивости опылительных систем и обеспечение стабильного урожая энтомофильных культур.

Таким образом, использование уже существующих методик по содержанию и разведению осмии рогатой и их адаптация под конкретную сельскохозяйственную культуру позволит спрогнозировать получение урожая при меняющихся условиях окружающей среды и вывести разведение данного вида пчёл на промышленный уровень.

Степень разработанности темы диссертационной работы.

Вопросы биологии, экологии, привлечения, разведения и использования пчел осмий можно найти в работах С. И. Малышева, Т.П. Мариковской, Б.С. Зинченко, В.М. Гукало, Т.Г. Романьковой, А.В. Романькова, В.С. Гребенникова, В.И. Голикова, В.Н. Олифира, С.П. Иванова, А.М.А. Гауля, Т.Н. Мокеевой, А.В. Амолина. Сведения о вредителях пчел осмий освещены в работах отечественных и зарубежных авторов: В.Н. Олифира, В.М. Гукало, С.П. Иванова, А.М.А. Гауля, R. Coutin, W. Chmielewski, M. Krunic, B. Zajdel, а о способах борьбы с вредителями В.Н. Олифира, В.М. Гукало, С.П. Иванова, А.М.А. Гауля. Способность *O. cornuta* опылять сельскохозяйственные культуры подтверждена исследованиями ученых США и ряда европейских стран. Результаты таких исследований отображены в работах E. Asensio, P.F. Torchio, J. Bosch. Вопросы биологии и экологии пчел *O. cornuta* на Донбассе, носит фрагментарный характер. Аспекты физиологических и биохимических процессов, протекающих в организме осмии рогатой, остаются практически неизученными.

Объект исследования – пчела *Osmia cornuta* (Latreille, 1805).

Предмет исследования – процесс содержания и разведения *O. cornuta*.

Цель исследования – разработать и апробировать технологию использования и искусственного разведения рогатой осмии (*Osmia cornuta*) для биологического опыления плодовых культур в условиях открытого грунта.

Задачи исследования

1. Изучить биологические особенности рогатой осмии (*Osmia cornuta*) в условиях Донбасса, включая тип гнездования, оптимальные размеры гнездовых полостей, среднее количество гнезд за сезон, а также сезонную и суточную активность самок.
2. Выявить экологические факторы (температура, скорость ветра, наличие кормовых растений), влияющие на этологическую (лётную и гнездостроительную) активность и фуражирование вида, а также определить спектр используемых растений и предпочтения самок при сборе пыльцы.
3. Охарактеризовать онтогенез и морфофизиологические показатели *O. cornuta*, включая продолжительность развития от яйца до куколки, морфологические различия коконов самцов и самок, а также изменения их массы, влажности тела и содержания белков и азота в период диапаузы.
4. Провести анализ метаболической активности и аминокислотного состава, включая определение аминокислотного профиля на различных этапах развития пчел.
5. Исследовать воздействие естественных врагов на популяцию рогатой осмии, ограничивающих численность вида, и разработать биотехнические меры защиты гнезд при искусственном разведении.
6. Разработать и апробировать технологию искусственного разведения и применения *O. cornuta* для биологического опыления, включая методику хранения коконов и их последующего выпуска, оценить эффективность опыления миндаля и сформулировать рекомендации по количеству особей и размещению гнездовых блоков на агроплощадках.

Научная новизна. Впервые для территории Донбасса проведено комплексное исследование биологии и экологии рогатой осмии (*Osmia cornuta*). В условиях приусадебных участков региона в естественных (весенний период) и контролируемых искусственных (летний период) средах определены сезонная и суточная динамика активности имаго, а также установлены сроки развития преимагинальных фаз.

Выявлен видовой состав гнездовых паразитов *O. cornuta*, при этом впервые зафиксирован клещ, ранее не ассоциировавшийся с поражением гнёзд данного вида.

Впервые получены данные о биохимических показателях организма пчелы в период диапаузы и после её завершения, включая определение содержания заменимых и незаменимых аминокислот в гемолимфе.

На основе выполненных исследований разработана и внедрена в агропроизводственную практику технология использования и разведения *O. cornuta* для опыления миндаля в условиях открытого грунта. Создана и запатентована полезная модель № 220907, МПК: A01K 51/00 (2006.01) – «Фильтрационный стол для разбора и чистки гнёзд диких пчёл», позволяющая существенно повысить производительность труда при обработке большого количества заселённых гнездовых блоков в промышленных масштабах.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований углубляют знания о биологии, физиологии и экологии пчелы *O. cornuta*. Новые сведения о биохимических показателях способствуют более глубокому пониманию приспособительных механизмов рогатой осмии к искусственно созданным условиям содержания.

Данные об аминокислотном составе гемолимфы в период диапаузы и после неё позволяют оценивать скорость обменных процессов при переходе из состояния покоя в активное, диагностировать заболевания, отслеживать реакции организма на действие пестицидов, а также оптимизировать состав подкормок при разведении пчёл в естественных и искусственных условиях.

Полученные результаты применены в практике сельскохозяйственного предприятия, внедряющего технологию пчелоопыления миндаля с использованием *O. cornuta*. Разработаны рекомендации по изготовлению и применению гнездовых блоков с желобчатыми пластинами, включая использование запатентованной полезной модели «Фильтрационный стол для разбора и чистки гнёзд диких пчел», что упрощает и ускоряет обработку заселённых гнёзд в промышленных масштабах.

Комплекс полученных данных позволяет обосновать введение *O. cornuta* в сферу официального пчеловодства и использовать данный вид как основного или дополнительного опылителя сельскохозяйственных культур.

Методология и методы диссертационного исследования. В ходе исследований применялись теоретические, эмпирические методы. Опирались на научные публикации отечественных и зарубежных авторов. Лабораторные исследования проводились с применением современного оборудования и ГОС-Тов. Полученные данные обрабатывались методами вариационной статистики с использованием программ Excel Microsoft Office и Statistic10 и ручного счета.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Параметры гнезд *O. cornuta* (длина, диаметр гнездовой полости) и соотношение полов в гнездах в зависимости от параметров гнездовой полости.
2. Суточная и сезонная динамика лёта пчелы *O. cornuta* на стационарных участках Донбасса, сроки развития преимагинальных фаз *O. cornuta* и плодовитость самок.
3. Спектр основных кормовых растений пчелы *O. cornuta* и спектр хищников и паразитов, а также методы борьбы с ними.
4. Биохимические показатели пчелы *O. cornuta* в период диапаузы и после неё.
5. Получение маточной культуры пчелы *O. cornuta*, и их хранение при заданной температуре и влажности воздуха до следующего сезона.
6. Технологии использования и разведения пчелы *O. cornuta* для опыления миндального сада в условиях открытого грунта.

Апробация работы. Материалы исследований по теме диссертации были представлены на:

–I Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы и пути их решения», посвященной юбилею Луганского национального аграрного университета. (22–23 ноября 2016 г., Луганск)

–Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса. (17–20 октября 2017 г., Донецк)

– III международной научной конференции «Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» (25 октября 2018 г., Донецк)

– II Международной научно–практической конференции «Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства» (11 апреля 2019 г., Макеевка).

– Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Донецкие чтения 2020»: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности (17–18 ноября 2020 года)

– VI международной научной конференции «Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» (26–27 октября 2021 г., Донецк)

– IV Международной научно-практической конференции посвященной памяти Александра Михайловича Терёшкина (1–3 декабря 2021 г., Минск).

– V Евроазиатский симпозиум по перепончатокрылым насекомым. (21 августа 2023 г., Новосибирск)

Результаты диссертации апробированы при выполнении инициативной научно-исследовательской темы «Апробация методики разведения пчел-осмий для опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур» № госучета НИОКТР _0117D000204.

Публикации результатов исследования. По материалам исследования опубликована 26 печатных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России и 1 патент на полезную модель. Имеется акт о внедрении опыта.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 163 страницах, включает введение, обзор литературы, основную часть, содержа-

щую 13 таблиц и 34 рисунка, заключение, практические предложения, библиографический список, включающий 218 источников, в том числе 127 на иностранном языке.

Личный вклад автора включает написание методики и проведенных опытов в соответствии с диссертационным исследованием, анализ экспериментальных данных и создание таблиц, статистическую обработку результатов, написание научных статей по теме исследования, участие в конференциях, описание результатов исследований в главах диссертации.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю д. б. н., профессору, кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева А. Г. Маннапову за профессиональное руководство, критические замечания, ценные наставления, всестороннюю поддержку на всех этапах работы. А. В. Жевнерову к.х.н., доценту, руководителю учебно-научного центра коллективного пользования «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева за предоставленную возможность в проведении лабораторных исследований в рамках диссертационной работы. Отдельную благодарность автор выражает д. б. н., профессору заведующему кафедрой зоологии и экологии ГОУ ВПО «ДонНУ» Н. Н. Ярошенко за всестороннее содействие в ходе обучения в аспирантуре. А. В. Амолину заведующему зоологическим музеем ФГБОУ ВО «ДонГУ» за консультации при проведении исследований по теме диссертации. Благодарность д. б. н., профессору, Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского С. П. Иванову за консультации и советы по теме диссертации. Ведущему агроному С. А. Лагерю, агроному Ю. Е. Бурлаченко и С. В. Степанченко руководителям производственных участков многолетних насаждений, агрофирмы «Горняк» за предоставленную возможность в провидении производственного опыта в орехово-миндальных садах пгт. Мангуш.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Семейство Megachilidae разделено на подсемейства Megachilinae и Fidelinae. Megachilinae подразделяется на трибы Anthidiini, Dioxyini, Lithurgini, Megachilini, Osmini, тогда как Fidelinae на – Pararhophitini и Fideliini. (Michener C. D., 2007; Гауль А. М. А., 2019)

По данным В. Г. Радченко и Ю. А. Песенко, существует условное разделение всех пчелиных гнезд по их локализации и по способу обустройства: гнёзда на открытых местностях; гнезда в готовых полостях; гнезда, выгрызенные в растительных материалах и гнезда, вырытые в почве. (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994)

Apidae, Bombus, Euglossinae и Megachilidae относят к группе пчёл обустройства своих гнёзд на открытых местностях. Для этого они выбирают устойчивые к воздействию абиотических факторов материалы: камешки, кусочки глины, растительные смолы, почву, воск. Укрывают гнезда растительными материалами (Bombus) или плотными скоплениями из живых пчёл (Apis). (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994)

Следующая группа пчёл при строительстве гнезда выгрызает гнездовой ход в растительных материалах. Augochlorini и Halictini строят свои гнезда в неструктурированной рыхлой разложившейся древесине. (Michener C. D., Wille A., 1961; Stockhammer K. A, 1967; Batra S.W.T., 1968; Eickwort G. C., Sakagami S. F., 1979) Некоторые Anthophorinae; Hylaeinae, Megachilidae, Xylorhinae отстраивают гнёзда в, сохранившей свою волокнистую структуру, мягкой древесине в том числе в стеблях кустарниковых и травянистых растений с мягкой сердцевиной, тогда как Xylocopa «пчела-плотник» выгрызает гнездовой ход и отстраивает гнёзда в плотной древесине (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). С. И. Малышевым был отмечен факт заселения в плотной древесине пчёлами Megachilidae, а именно *Lithurge fuscipenne*, которая обычно гнездится в трухлявой древесине (Malyshev S. J., 1930; Малышев С. И., 1931a). Множество одиночных пчёл не относятся к числу роющих. (Малышев С. И.,

1963) На территории Донбасса пчелы – осмии *O. cornuta* и *O. rufa* широко распространены и достаточно многочисленны в селитебных городских и сельских ландшафтах. Оба вида обитают на приусадебных участках г. Донецка и других городов и поселков Донбасса (Амолин А. В. и др., 2018, 2019, 2020).

1.1 Биология гнездования *Osmia cornuta*

1.1.1. Локализация и общее строение гнезда

Apidae; Colletinae; Ctenoplectridae; Hylaeinae; Megachilinae рода *Osmia*, а именно пчела – листорез и пчелы – каменщицы (*O. rufa*, *O. cornuta*); Tetrapedini; Xeromelissinae; Xylocorinae относят к группе пчёл «пчёлы – жильцы» гнездящихся в готовых полостях, подходящих по размеру и форме (Малышев С. И., 1963; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994).

В естественных условиях наиболее комфортной средой обитания и гнездования *O. cornuta* является местность со значительным обилием мелиттофильных растений с обязательным присутствием первоцветов. В том числе обязательным условием для выживания этого вида является наличие свободных полостей и доступом к влажной почве с небольшим содержанием глины. (Иванов С. П., Гауль А. М. А., 2019)

Гнездятся «пчёлы–жильцы» в полых трубкоподобных полостях различной этиологии, например, в старых древесных, пустотелых ходах насекомых – ксилофагов, стеблях растений, трещинах в камнях, ходах оставленных гнезд другими видами пчел, по краям тростниковых и соломенных крыш, в замочных скважинах, в щелях между сложенными брёвнами, в пустотах, сформировавшихся в дереве после извлечения гвоздей (Малышев С. И., 1963; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Самым необычным местом локализации гнезд в природе пчелами рода *Osmia* были раковины брюхоногих моллюсков. (Saunders E., 1904; Silbernagel E., 1927; Micheli L., 1929; Малышев С. И., 1963; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994) Осмии предпочитают устраивать гнёзда,

при условии изобилия кормовой базы вблизи места гнездования (Westrich P., 2018)

По данным С.П. Иванова и А.М.А. Гауля в естественных условиях самки *O. cornuta* склонны к гнездованию в брошенных гнёздах других видов ос и пчёл. В Крыму было замечено гнездование осмии рогатой «пчела – каменщик» в пустых прошлогодних гнёздах *Anthophora plumipes* (Pallas, 1772) и в ячейках гнезда роющей осы *Sceliphron destillatorium* (Illiger, 1807). В естественных условиях, при взаимодействии *O. cornuta* с колонией антофор формируется благоприятная среда гнездования и выживания для первых. (Иванов С. П., Гауль А. М. А., 2019) Часто гнёзда этих видов можно встретить возле старых деревянных построек (Малышев С. И., 1963) У самок *O. cornuta* присутствует стремление к обустройству своих гнезд вблизи мест отрождения. (Иванов С. П., Зданевич Ю. Э., 2001)

Самка *O. cornuta* после выхода из материнского гнезда сразу преступает к ознакомлению с местностью, совершая облет, затем летит в поисках питания, спаривается, после чего приступает к выбору гнездового канала. (Гауль А. М. А., 2019) Согласно градации гнёзд по архитектуре, описанной В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко у большинства Megachilinae гнёзда относятся к линейным, неветвящимся (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). У *Osmia* гнёзда состоят из линейного ряда ячеек расположенных внутри полостей. С учетом вариантов группировки ячеек их ячейки являются «свободными», скученными. *O. cornuta* и *O. rufa* для разграничения ячеек между собой использует минеральные материалы, принесенные извне комочки грязи, тогда как *O. coerulescens* использует растительные материалы, листовенную мастику. *Eulaema nigrita* в ходе строительства ячеек использует материалы животного происхождения, а именно экскременты животных смешанные с растительными смолами (Zucchi R. et al., 1969; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Согласно данным С. П. Иванова при строительстве гнезда самки *O. cornuta* выбирает гнездовые каналы малого диаметра (Иванов С. П., 2001).

У Megachilidae в гнездовой камере роль боковых стенок обычно выполняют естественные стенки. Ячейка является основной структурной единицей гнезда. Apidae, Megachilidae и некоторые Xylосорinae присущ мандибулярный способ выстраивания ячеек. В гнездовых полостях самки *O. rufa* строят ячейки линейно, каждая ячейка с обеих сторон ограничена земляными перегородками, в середине которой находится провизия с пчелиной особью на разных этапах её развития, а уже после формирования выводковых ячеек самка формирует «вакантную ячейку», «вестибюль», и запечатывает гнездовой ход «земляной пробкой» (Haverhorst P., 1933; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994; Иванов С. П., 2001). Для строительства гнездовых перегородок и формирования «пробки» самки *O. cornuta* используют влажную глину или влажную глинистую почвы. Они способны к смене места добычи строительного материала для обустройства гнезда (Иванов С. П., Гауль А. М. А., 2019).

Внутри ячейки после ее закупоривания создается необходимая микроклиматическая среда для поддержания гомеостаза пчёл на всех этапах её преимиганального развития (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Кроме того, ячейка выполняет защитную функцию: предохраняя потомство от бактерий, спор грибов, врагов и механических повреждений; препятствуя загрязнению провизии «хлебца» (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Загрязнение «хлебца» приводит к гибели питающейся личинки (Радченко В. Г., 1990). В гнёздах *O. cornuta* отмечена положительная корреляция между числом ячеек и обилием корма (Иванов С. П., 2007).

После снабжения ячейки провизией, большинство одиночных пчёл, откладывая на «хлебец» по одному яйцу, кроме *Lithurge fuscipenne*, *Lithurge chrysorum*, *Megachile polycaris*, *Osmia californica* относящихся к семейству Megachilidae (Гутбир А., 1916; Krombein K. V., 1967; Stephen W. P. et al., 1969; Roberts R. B., 1978; Радченко В. Г., 1978). Согласно классификации яиц по способу их размещения в ячейке, предложенной В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко, яйца *O. rufa* относятся ко второму типу, а именно к яйцам с частичным погружением в провизию (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994).

Одиночные пчелы, гнездящиеся в готовых полостях, после запасаания провизии и откладки яйца, запечатывают ячейку крышкой, к таким видам относят род *Osmia*. *O. rufa* и *O. cornuta* перед строительством крышки, на внутренней поверхности гнездовой полости, по ее контуру, лепит выступающее кольцо «порог ячейки». По мнению С. И. Малышева с точки зрения эволюции, это кольцо является рудиментом строительства боковых стенок (Malyshev S. J., 1936, 1937). К. Г. Хатман рассматривал такое кольцо «порог» как ориентир, вылепленный самками для оценки размера будущей ячейки (Hartman C. G., 1944). С. П. Иванов писал о необязательности «порога» (Иванов С. П., 2001). На наш взгляд «порог» служит каркасом для будущей перегородки, который необходим для равномерного наслаивания грязевых комков в направлении от периферии к центру.

1.1.2. Развитие преимагинальных фаз и репродуктивный потенциал *O. cornuta* в естественных условиях

В состав эволюционно развитого семейства Megachilidae входят также пчёлы-осмии *Osmia*. Половина одиночных пчел относятся к моновольтинным видам. Протероандрия свойственна большинству пчел (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Согласно данным В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко *O. cornuta* – это полилектичный вид которому свойственно длительное развитие преимагинальных фаз (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994), у которых между сроками отрождения и массой нет связи (Иванов С. П., Зданевич Ю. Э., 2001).

Одиночные пчёлы относятся к насекомым с полным превращением, характеризующихся арренотокическим партеногенезом, из гаплоидных ($1n\ 2c$) яиц отрождаются самцы, из диплоидных ($2n\ 4c$) самки. В начале сезона самка осмии рогатой так же откладывает диплоидные яйца, а в конце гаплоидные (Tasei J. N., 1973a, 1973b). В продольном сечении яйца эллипсоидной формы и круглые в поперечном. Отмечается зависимость между размером тела самки пчелы и длиной яйца (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Перед откладкой яйца в ячейку, в момент его продвижения по яйцеводу самки, происходит

оплодотворение. С помощью «спермиевого насоса» самка контролирует оплодотворение яиц (Sihag R. C., 1986a).

Интенсивность развития преимагинальных фаз коррелируется температурой окружающей среды (Heroin D. J., 1966; Bosch J, Kemp W. P., 2000). К. Iwata и S. F. Sakagami в своей статье публикуют основополагающие аспекты анализа зависимостей между количеством овариол, размером яиц и размером самок (Iwata K., Sakagami S. F., 1966).

Обычно у пчел, на дорсальной стороне яйцевого желтка развивается эмбрион, который выйдя из яйца приобретает вид личинки 1-го возраста. Однако Р. F. Torchio в своей публикации отметил, что личинка Megachilidae проходя свою первую линьку внутри яйца, одновременно питаясь «эмбриональной жидкостью», оставляя эквизий отрождается в личинку второго возраста (Torchio P. F., 1989).

Личинки одиночных видов пчел находятся в полу подвижном состоянии. Личинки 2–3 возраста, ротовым аппаратом расположенном на апикальной стороне своего тела, поглощает провизию, причем задний конец тела находится в фиксированном положении. В процессе роста личинка сворачивается в С-образную форму. Личинки поздних возрастов выделяет экскременты в период пищи. Эта особенность связана с тем, что у личинок первых возрастов средняя кишка слепо замкнутой (Малышев С. И., 1913). Для дополнительной фиксации экскрементов личинки пчёл осмий продуцируют «шёлковые нити». После окончания питания, личинка пятого возраста приступают к плетению кокона, который имеет слоистую структуры. Снаружи он рыхлый, средний слой плотный, с внутренней стороны выстлан блестящей пленкой. Апикальная сторона кокона имеет пористую структуру и снабжена сосцевидным выступом (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Пчела успевает сплести кокон до начала холодов (Bosch J., Sgolasta F. et al., 2008). В конце лета и всю осень находясь в коконе претерпевает метаморфозы, трансформируется во взрослую особь. Зимует до нового весеннего сезона в состоянии имаго.

Имаго в коконах находиться в состоянии диапаузы до самого выхода из ячеек. У только вышедших из диапаузы молодых самок пчел овоциты недоразвиты, их рост занимает 4–5 суток. В этот период пчёлы активно потребляют нектар и пыльцу. (Sihag R. C., 1986a, b; Радченко В. Г. и др., 1993)

В естественных условиях производительность самок Megachilidae в день составляет 2–3 ячейки (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). За период активной гнездостроительной активности осмий, от одной самочки можно получить до 30 дочерних особей (Torchio P. F., 1987). С. П. Иванов в 2007 году установил, что между массой потомства и долей самок есть положительная корреляционная связь (Иванов С. П., 2007). Своевременность спаривания самочек осмий и их вхождения в репродуктивную фазу зависит от размера гнездовой полости, обилия провизии в гнездовых ячейках и массы пчелы (Sampson B. J. et al., 2009). В подтверждение А. М. А. Гауль проводя эксперименты в Крыму, доказал, что в гнездах *O. cornuta* между длиной полости гнезда и соотношением полов присутствует прямая связь, в том числе установлена связь между диаметром гнезда на соотношение полов (Гауль А. М. А., 2019).

Абиотические и биотические факторы ограничивают репродуктивный потенциал осмии рогатой. Существует целый ряд таких примеров, среди которых: условия первого ознакомительного облёта; конструктивные особенности ульев; количественные и качественные параметры гнездовых полостей; перенаселение ульев; влияние вредителей и давление конкурентных видов (Гауль А. М. А., 2019). В литературных источниках сведений о репродуктивном потенциале осмии рогатой в естественных условиях недостаточно, в этой связи А. М. А. Гауль оценил влияния факторов внешней среды на репродуктивный потенциал *O. cornuta*, при её содержании в ульях Фабра, путем создания усовершенствованных (фиксации «жалюзи» и щитков) ульев Фабра и увеличением длины гнездового канала. Он доказал, что в течении двух лет репродуктивный потенциал популяции осмии рогатой увеличился в 0,6 раза (Гауль А. М. А., 2019).

1.1.3 Размещение и соотношение полов в гнездах

В своих гнёздах самка *O. cornuta* своё разнополое потомство размещает в определенной последовательности. Ячейки, находящиеся в стороне дна гнездовой полости, самка осмии рогатой провеантирует самыми большими «хлебцами» на которые откладывает оплодотворенные (диплоидные) яйца, из которых развиваются самки, тогда как в ячейки, расположенные с противоположной стороны гнезда самка откладывает неоплодотворённые (гаплоидные) яйца, из которых развиваются мужские особи. В естественных популяциях осмий как правило преобладают самцы. В Европе было установлено, что у крупных (Steffan-Dewenter I., Schiele S., 2004; Seidelmann K. et al. 2010) молодых самочек пчёл осмий возрастает вероятность откладки диплоидных яиц в гнездах, тогда как к окончанию сезона в гнездах возрастает число гаплоидного потомства (Torchio P. F., Tepedino V. J., 1980; Tepedino V. J., Torchio P. F., 1982b; Bosch J., Vicens N., 2005). В Крыму в исследованиях А. М. А. Гаулем экспериментально был подтвержден факт того, что у каждой самки в первых ею отстроенных гнездах преобладает расплод с самками, в последних с самца (Гауль А. М. А., 2019). Предполагаем, что этот механизм может быть связан с расходом сперматозоидов к концу гнездования. В подтверждение нашего предположения мы нашли исследования N. S. Gerber и E. C. Klostermeyer (Gerber N. S., Klostermeyer E. C., 1970).

Между отдельными искусственными колониями отмечены значительные отклонения в соотношении полов: от 1♀: 1,2♂, до 1♀: 4,5♂. (Гауль А. М. А., 2019)

1.2 Экологические связи *Osmia cornuta*

Начиная с 1870 года по 1986 года в мировой практике было три волны интродукции пчёл. В первую волну попали шмели *Bombus*, во вторую для опыления люцерны посевной из США в Новую Зеландию завезли *Nomia meigeni*, в третью из Японии в США искусственно разводимую *O. cornifrons*, из США в Японию *O. lignaria*, из Испании в США *O. cornuta*, из США в Южную

Америку и Новую Зеландию *Megachile rotundata*, из Калифорнии на Гавайи привезли *Peponapis pruinosa*, из Великобритании в Чили *Bombus ruderatus* (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994).

К пчелам–мегахилидам Megachilidae также относится *O. cornuta*. Ареал ее обитания шире по сравнению с близкородственным видом *O. rufa*. *O. cornuta* можно встретить в Закавказье (Азербайджан), Туркменистане, Казахстане, Иране, Малой Азии, Северной Африке, Восточной, Центральной и Южной Европе (Peters D. S., 1978; Banaszak J., Romasenco L., 2001; Fateryga A. V., Ivanov S. P. et al., 2018). Тогда как *O. rufa* в Средней Азии, Европе и на Кавказе (Banaszak J., Romasenco L., 2001). Осмия рогатая является одним из перспективных опылителей плодово–ягодных и тепличных культур (Зинченко Б. С., Гукало В. М., 1991, 1993; Pinzauti M. et al., 1997; Maccagnani et al., 2003; Bosch J., Kemp W. P. et al., 2004; Monzon V. H. et al., 2004). После интродукции *O. cornuta* в Северную Америку, ее стали использовать для опыления плодовых и ягодных культур, а в некоторых странах Европы принялись целенаправленно разводить для опыления фруктовых садов и тепличных культур (Torchio P. F., Asensio E, 1985).

На приусадебных участках Донбасса пчела–каменщик *O. cornuta* наряду с другими видами пчёл, являются одним из основных опылителей плодовых культур таких как слива, черешня, яблоня (Амолин А. В., 2016, 2018; Амолин А. В., Кузичева Н. Н. и др., 2019; Кузичева Н. Н., 2020). При искусственном разведении объект нашего исследования способен образовывать долгоживущие субпопуляции (Амолин А. В. 2018).

Данные по экологии *O. cornuta* включающие трофические связи, сезонную динамику лёта, гнездостроительную активность, строение гнезда отражены в работах J. N. Tasei, В. Н. Олифир, С. П. Иванова, С. П. Иванова в соавт. (Tasei J. N., 1973; Олифир В. Н., 2005; Иванов С. П., 2006; Иванов С. П., Мензатова, 2016; Иванов С. П., Жидков, Гауль А. М. А., 2018; Иванов С. П., Гауль А. М. А., 2019).

В диссертации А. М. А. Гауля отражены некоторые сведения по биологии и экологии гнездования осмии рогатой в Крыму (Гауль А. М. А., 2019).

Ряд исследований по экологии *O. cornuta* на территории Донбасса были начаты А. В. Амолиным, Н. Н. Кузичевой в 2017 г. в рамках инициативной темы по искусственному разведению этого вида для опыления плодово-ягодных и тепличных культур.

1.2.1 Сезонная активность *Osmia cornuta*

В зависимости от сроков лета существует разделение одиночных пчёл на ранневесенних, весенне – раннелетних, летних, позднелетних, и на виды с растянутым периодом лётной активности. Обычно, в естественных условиях продолжительность лёта одного поколения пчел длится два месяца, у других видов только 25–30 дней и их принято относить к группе моновольтинных пчёл. Тогда как у поливольтинных видов, летная активность одного поколения растянута по времени. В течении года подавляющее число имаго одиночных пчёл, не находится в фазе активного лёта (Малышев С. И., 1963). В средних и северных широтах большинство пчёл – мегахилид являются моновольтинными. (Иванов С. П., 2011)

Лет пчел обычно ограничивается климатическими характеристиками среды обитания (Vicens N., Bosch J., 2000). Неблагоприятные погодные условия приводят к снижению лётной и гнездостроительной активности пчел, что приводит к снижению репродуктивного потенциала (Eisikowitch D., Galil J., 1971; Martinez del Rio, Burquez C. A., 1986; Bergman P. et al., 1996). Работа по сбору пыльцы и нектара у одиночных пчёл длится в пределах одного–двух месяцев, в отличие от медоносных пчёл посещающих цветки растений с ранней весны и до глубокой осени и то при благоприятных погодных условиях (Малышев С. И., 1963).

Одиночным пчёлам свойственна синхронность летной и гнездостроительной активности с цветением наиболее предпочитаемых ими семейств рас-

тений (Малышев С. И., 1963; Иванов С. П., 2011). У *Osmia cornuta* синхронность отмечена с цветением плодовых деревьев (Tasei J. N., 1973; Asensio E., 1984)

O. cornuta относится к ранневесенним миновольтинным видам. В центральной и восточной Европе в зоне умеренно–континентального климата период её лёта и гнездостроительной активности длится с марта по начало мая (Westrich P., 2018; Kratschmer S., Petrovic B. et al. 2019). Тогда как в зонах с субтропическим средиземноморским климатом активность осмии рогатой смещается и длится с февраля по (Vicens N., Bosch J., 1993). В естественных условиях лимитирующим фактором лётной и гнездостроительной активности *O. cornuta* является скорость ветра и уровень освещенности, тогда как у *Apis mellifera* к вышеперечисленному добавлена температура. Однако в работе N. Vicens, J. Bosch отмечается факт летной и опылительной активности осмии рогатой при выпадении незначительных осадков в виде дожде и незначительных порывах ветра (Vicens N., Bosch J., 2000). Летная активность осмии начинается при температуре 10–12 °C, тогда как *A. mellifera* при температуре 12–14 °C (Burrill R. M., Dietz A., 1981; Kevan P. G., Baker H. G., 1983; Free J. B., 1993).

1.2.2 Трофические связи

Изученные нами научные публикации, в которых отражены результаты исследований о трофических связях *O. cornuta* с цветковыми растениями, можно разделить на две группы. Первая группа – это работы в которых изучена структура трофических связей пчелы с цветковыми растениями (Tasei J. N., 1973; Иванов С. П., 2006). Вторая – многочисленная группа, в которой отражены данные по эффективности опыления сельскохозяйственных культур (Андреев А. В. и др., 1984; Зінченко Б. С., Гукало В. М., 1993), в том числе данные по анализу поведения самок на кормовых растениях (Гауль А. М. А., 2019). Кормовыми принято считать те семейства растений, цветки которых посещают оба пола одного вида пчёл (Малышев С. И., 1963).

С учетом пищевых связей пчёл делят на олиголектов и полилектов. К олиголектическим пчёлам относят Andrenida и Halectidae, к полилектическим *Apis mellifera* и объект нашего исследования *O. cornuta*. (Michener C. D., 2007; Иванов С. П., Гауль А. М. А., 2019; Cane J. H., 2020). По данным С. И. Малышева *O. cornuta* при провиантировании своих ячеек «медвяным хлебом» собирает пыльцу и нектар с цветков яблони (Малышев С. И., 1946; Malyshev S. J., 1937; Малышев С. И., 1963). С. П. Иванов отмечал, что осмия рогатая в естественных условиях при фуражировании собирает пыльцу с цветков травянистых растений (Иванов С. П., 2006) и перенаправляет в скопу (Michener C. D., 2007). Полилектизм самок данного вида связан со сбором пыльцевых гранул с энтомофильных и анемофильных видов растений. К последним отнесены *Quercus robur* L. (Tasei J. N., 1973), *Juglans nigra* L., *J. regia* L., *Platanus occidentalis* L., *P. orientalis* L., *Fraxinus* sp. (Иванов С. П., 2006). В Калифорнии опылительная активность пчёл осмий была зарегистрирована на 38 родах цветковых растений, относящихся к 16 семействам (Малышев С. И., 1963). В естественных условиях самцы и самки *O. cornuta* опыляют большинство мелиттофильных растений, например: гусиный лук *Gagea bulbifera*; пролесок – сибирский *Scilla siberica*; пролесок – двулистный *S. bifolia*; прострел крымский *Pulsatilla halleri*; подснежник складчатый *Galantus plicatus*; крокус крымский *Crocus biflorus*; тюльпан душистый – *Tulipa suaveolens*; тюльпан – двуцветковый *T. befiora*; тюльпан южный *T. silvestris*; цикламен коский *Cyclamen coum*; все виды боярышника, в том числе лунария *Lunaria annua* L.; чесночница *Alliaria petiolata*; одуванчик *Taraxacum* sp.; зубянка *Dentaria quinquefolia* M. Bieb. Пищевые связи *O. cornuta* хорошо изучены во Франции, но были расширены современными исследованиями, проводимыми в Крыму (Tasei J. N., 1973a, 1973b; Иванов С. П., 2006a).

При заготовке провизии самки осмии рогатой поочередно посещают пыльценосные и нектароносные растения (Гауль А. М. А., 2019). Этим пчелам присущ широкий разброс по спектру посещаемых растений (Иванов С. П.,

Мензатова Э. А., 2016). *O. cornuta* присуща многоуровневая структура трофических связей. На индивидуальном уровне пищевая приуроченность этих пчёл может колебаться от политрофизма, до олиготрофизма и даже до монотрофизма, это заключение было сделано на основании пыльцевого анализа обножек самок *O. cornuta*, где каждая на 56 % состояла из пыльцевых зёрен одного вида растений (монофлорные), 28 % – двух видов растений (бифлорные), 12 % – трёх видов растений (трифлорные) и на 4 % – более трёх видов растений (полифлорные). К примеру, бифлорность подтверждает факт наличия в «хлебце» пыльцы гледичии *Gleditsia triacanthos* L. и рапса. (Гауль А. М. А., 2019)

Во многих научных трудах было описано, что *O. cornuta* предпочитает опылять плодово-ягодных культуры (Зинченко Б. С., 1984; Зинченко Б. С., 1991; Marquez J. et al., 1994; Bosch J, 1994a, 1994b; Bosch J, Blas M., 1994; Monzon V. H., 1998; Vicens N., Bosch J, 2000). В работах Б. С. Зинченко и В. М. Гукало была показана возможность пчел-осмий *O. cornuta* и *O. rufa* эффективно опылять посевную люцерну, в том числе тепличные (огурцы, томаты) культуры (Зинченко Б. С., 1981; Зинченко Б. С., Гукало В. М., 1991; Зінченко Б. С., Гукало В. М., 1993; Гукало В. М., 1998а).

На территории Донбасса трофические связи *O. cornuta* недостаточно изучены, что доказывает актуальность данной работы. В этой связи, частично результаты анализа выявленных кормовых растений осмии рогатой были опубликованы ранее (Амолин А. В., 2016, 2018; Кузичева Н. Н., 2020; Амолин А. В. и др., 2021; Kuzicheva N. N., 2022).

1.2.3 Естественные враги и болезни

Согласно данным В. Г. Радченко и Ю. А. Песенко всех вредителей пчёл принято делить на три обобщаю категории: паразитирующие виды, оказывающие пагубное воздействие на пчелиный расплод; виды, паразитирующие на имаго; хищников и разрушителей гнёзд (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). В литературных источниках подробно описаны вредители и болезни шмелей

(Macfarlane R. P., 1973; Pouvreau A., 1973, 1974; Радченко В. Г., 1989); медоносных пчёл; в том числе искусственно разводимых видов одиночных пчел *Nomia melanderi* (Cockerell, 1906) (Hymenoptera, Halictidae, Nomia) и *Megachile rotundata* (Fabricius, 1787) (Hymenoptera, Megachilidae, Megachile) (Песенко Ю. А., 1982; Гробов О. Ф. и др., 1984). В этой связи, в настоящее время, для указанных выше видов пчёл очень хорошо описаны методы борьбы с вредителями, для других видов пчел сведения о борьбе с вредителями носит разрозненный характер (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994).

В гнёздах осмии рогатой отмечаются случаи повреждения пчелиного потомства клептобионтами, клептопаразитами (инквилинами) и паразитоидами. В юго–восточной Европе основными клептопаразитами в гнездах *O. cornuta* считают клеща *Caetodactulus osmiae* Dufour, 1839 (Acarina: Chaetodactylidae), муху *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 (Diptera: Drosophilidae) (Kronic M. et al., 1995) и *Crisis ignita* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Chrisididae). (Kronic M., et al., 2001).

Современные данные, полученные нашими учёными в Крыму, подтверждают факт поражения ячеек осмии рогатой только двумя вышеуказанными видами клептопаразитов, а именно *C. indagator* и *Ch. osmiae*. По сравнению с другими вредителями существенный вред потомству *O. cornuta* наносит муха *Cacoxenas indagator* (Кузичева Н. Н. и др., 2017). Зараженность гнезд этим клептопаразитом начинается с минимальных значений и с каждым годом численность их увеличивается. В доказательство этому утверждению, А. М. А. Гауль установил, что в течении трех сезонов процент заражения гнезд осмии рогатой возрастает от 1,7 % до 56,1 % (Гауль А. М. А., 2019).

Еще одним клептопаразитом гнезда *O. cornuta* является пыльцевой клещ *Ch. osmiae*, он питается нектаром и пылью «хлебца», находящегося в гнездовых ячейках. По данным А. М. А. Гауля этот клещ попадает в гнездовой канал *O. cornuta*, на самках, вышедших из зараженного материнского гнезда. Дочерняя самка осмии рогатой носит на своем теле этого клеща, а в момент

провеантивирования гнездовой ячейки *Ch. osmiae* переползает в сформированную пчелой провизию для откладки яиц.

Хальцидоидные наездники (Chalcidoidea) вредят пчёлам на этапе преимагинального развития, если точнее то паразитирует *Melittobia acasta* (Walker, 1839) (Hymenoptera, Chalcidoidea, Eulophidae, Tetrastichinae) (Smith F., 1854; Tasei J. N., 1978; Maeta Y., 1978); *Melittobia chalybii* (Ashmead, 1892) (Hymenoptera, Chalcidoidea, Elachertidae) (Hasselrot T. B., 1960; Holm S. N., 1960; Torchio P. F., 1963; Hobbs G. A., 1968b); *Melittobia megachiles* (Packard, 1864) (Hymenoptera, Chalcidoidea) (Boucek Z., et. al., 1968; Зерова М. Д. и др., 1986; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Обычно самки наездников пробуривают отверстия в крышках или стенках гнездовых ячеек, яйцекладом прокалывают личинку пчелы, тем самым парализуя ее, после чего на личинку или куколку откладывает яйца, тогда как личинки этих вредителей уничтожают взрослых личинок, предкуколок и куколок пчёл. (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994)

В южной Европе к паразитоидам гнезд *O. cornuta* относят *Monodontomerus obscurus* (Westwood, 1833) (Hymenoptera, Chalcidoidea, Torymidae); *Leucospis dorsigera* (Fabricius, 1775) (Hymenoptera: Leucospididae); *Melittobia acasta*; *Pteromalus venustus* (Statz, 1938) (Hymenoptera: Pteromalidae). (Kronic M. et al., 2001). Самки эктопаразита *M. obscurus* яйцекладом прокалывает стенку гнезда, кокон пчелы, затем откладывает свои яйца на личинку пчелы, после чего вышедшие личинки хальцидоида питаются на личинке пчелы. (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994)

Современные данные, полученные нашими учёными в Крыму, подтверждают факт, поражения разнополого пчелиного потомства пчелы *O. cornuta*, одним паразитоидом, а именно *M. obscurus* (Гауль А. М. А., 2019). А. М. А. Гаулем отмечен низкий процент заражения гнезд осмии рогатой хальцидой *M. obscurus*, от 1 % до 1,5 %, и это поражение осмиевых гнезд носит единовременный характер, так как паразитоид погибает там же, не сумев покинуть гнездовой канал. (Гауль А. М. А., 2019)

По данным В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко на имаго *O. cornuta* и *O. rufa* паразитируют Acariformes. Основная часть видов Acarapis живут на теле пчёл и через межсегментные мембраны питаются гемолимфой. *Bombacarus buchneri* (Trombidiformes), *Acarapis woodi* (Rennia, 1921) (Trombidiformes, Tarsonemidae) паразитируют в трахеях шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus) и медоносных пчёл (Bischoff H., 1923; Alford D. V., 1975; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Ещё клещами способными наносить вред имаго Bombus являются *Parasitus bomborum* (Oudemans); *Parasitellus fucorum* (Acari, Mesostigmata, Parasitidae); *Scutacarum acarorum* (Scutacaridae), (Chmielewski W., 1971; Karg W., 1985; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Эндопаразитами шмелей–кукушек рода Psithyrus и *Bombus lapidaries* (Lundberg, Svensson, 1975) являются нематоды: *Sphaerularia bombi* (Reaumur, 1742) (Tylenchida, Allantonematidae). Случаев паразитирования нематодами имаго осмии рогатой отмечено не были.

В естественных условиях *Garrulus glandarius* (Linnaeus, 1758) (Passeriformes, Corvidae) расклёвывает стебли растений вместе с гнездовыми ячейками Megachilidae (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). Еще одними разрушителями гнёзд пчёл Megachilidae, уничтожающими расплод и поедающими запасы провизии, являются жуки–плоскотелки (Cuscujidae), жуки–притворяшки (Ptinidae) (Hobbs G. A., 1968b; Tasei J. N., 1975; Maeta Y., 1978), а у пчелы *Megachile rotundata* ещё остомиды (Ostomidae), жуки – чернотелки (Coleoptera, Tenebrionidae) (Bohart G. E., 1972), огнёвки *Vitula serratilineela* (Ragonot, 1887) (Lepidoptera, Pupalidae); *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera, Pupalidae) (Hobbs G. A., 1968b; Bohart G. E., Nye W. P., 1976; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994); уховертки *Forficula auricularia* (Linnaeus, 1758) (Dermaptera, Forficulidae) (Bohart G. E., 1972; Bohart G. E., Nye W. P., 1976; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994).

Согласно данным М. Krunic at el. хищниками *O. cornuta* является *Trichodes apiarius* (Linnaeus, 1758); *Parus major* (Linnaeus, 1758) (Passeriformes,

Paridae); *Pica pica* (Linnaeus, 1758) (Passeriformes, Corvidae); *Dendrocopus* sp. (Piciformes, Picidae). (Krunic M. at el., 2001)

В Крыму А. М. А. Гаулем был установлен минимальный процент заражения гнездовых ячеек *O. cornuta*, в 0,2 %, хищными личинками жука *T. apiarius*. (Гауль А. М. А., 2019) Эти личинки поедают пчелиный расплод на разных этапах его развития. Поразив одну ячейку с осмиевым расплодом, она перемещается к другой и попадает туда путем прогрызания находящейся между ячейками земляной перегородки (Гауль А. М. А., 2019).

У шмелей и пчёл Apidae разрушителями гнезд являются мыши *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) (Mammalia, Muridae); *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771) (Mammalia, Muridae); *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758) (Mammalia, Muridae); *Micromys minutus* (Pallas, 1771) (Mammalia, Muridae); *Craseomys rufocanus* (Sundevall, 1846) (Mammalia, Cricetidae); скунсы (Mammalia, Mephitidae); лисы (Canidae); ежи (Mammalia, Erinaceidae); гусеницы осинной огнёвки *Aphomia sociella* (Lepidoptera, Pyralididae); кроты (Talpidae). Соты с расплодом медоносных пчёл повреждают *Achroia grisella* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Pyralididae) и *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Pyralididae). Гнёзда шмелей разрушает *Forficula Auricularia* (Pouvreau A., 1973; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994).

К разрушителям гнезд *O. cornuta* в южной Европе относят *Ptinus fur* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera, Ptinidae); личинки *Trogoderma glabrum* (Herbst, 1783) (Coleoptera, Dermestidae); *Tribolium* sp. (Coleoptera, Dermestidae); *Forficula auricularia* (Linnaeus, 1758) (Dermaptera, Forficulidae); *Plodia interpunctella*. (Krunic M. at el., 2001).

Клептобионты *O. cornuta* способными похищать, пыльцу в гнёздах, пчелиные яйца и личинки, таковыми являются: *Camponotus fallax* (Nylander, 1856) (Hymenoptera: Formicidae); *Formica balcanina* (Petrov, Collingwood, 1993) (Hymenoptera: Formicidae) сейчас *Formica cinerea* (Mayr, 1853); *F. rufibarbis* (Fab-

ricius, 1793) (Hymenoptera: Formicidae); *F. canicularia* (Latreille, 1798) (Hymenoptera: Formicidae); *Tetramorium caespitum* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae) (Stephen W. P. et. el., 1969; Krunic M. et al., 2001).

Кроме вредителей на состояние популяции различных видов пчёл оказывают микроорганизмы. У *Apis* грибок *Aspergillus fumigatus* (Fresenius, 1836) (Ascomycota, Eurotiomycetes, Aspergillaceae) является возбудителем «аспергиллёза» или же известкового (каменного) расплода, в том числе *Ascospheara apis* (Ascosphaerales) (Stephen W. P., Undurraga J. M., 1978). Возникновению аналогичных заболеваний у искусственно разводимой популяции *Megachile rotundata* провоцируют другие виды грибов *Ascospheara* (Vandenberg J. D. et al., 1980; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). На имаго шмелей, находящихся в состоянии диапаузы, отрицательное влияние оказывает грибок *Aspergillus candidus* (Link, 1809) (Ascomycota, Eurotiomycetes, Aspergillaceae), в том числе гифомицеты *Beauveria bassiana*, *Cephalosporium lecanii*, *Paecilomyces faxisinus*. Перечисленные грибки шмелей устойчивы к действию антибиотиков (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994).

При выращивании *O. cornuta* и *O. rufa* пагубное влияние на преимагинальные фазы оказывают споры *Ascospheara* spp провоцируя возникновение заболевания «аскосфероз» «перицистоз» или «меловой расплод». (Bosch J, 1992; Bosch J, Kemp W. P., 2001; Krunic M. et al., 2005). Споры способны сохраняться в течении длительного времени и быть устойчивыми. Других заболеваний *O. cornuta* на сегодняшний момент не выявлено (Krunic M. et al., 2001). Тогда как *Apis mellifera* подвержена воздействию не только грибка *Aecosphaera apis* (Stephan, Undurraga, 1978) заболевание «аскосфероз» но и *Aspergillus fumigatus* (Fresenius, 1836) споры которого являются причиной возникновения заболевания «аспергиллёз» (каменный расплод). Споры *Aecosphaera apis* (Olive, Spiltoir, 1955) наносят вред личинкам медоносных пчел, после чего они приобретают плотную структуру и покрываются бежево-серым или чёрным налетом. Заражение происходит с инфицированным кормом, попавшим в гнездо. Редко убивает зараженные колонии пчел, но приводит к

их ослаблению (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994; Zaghloul O. A. et al., 2005).

1.3. Методики привлечения *O. cornuta* в искусственные гнездовые конструкции

Наиболее известными, разводимыми видами пчел являются: настоящая пчела (*Apis*), безжалная пчела (*Meliponinae*), шмели (*Bombus*), пчелы (*Megachilini*), пчелы – осмии (род *Osmia*), солончаковая пчела (*Nomia melanderi*). Однако с целью поиска дополнительного источника опыления энтомофильных культур, многие ученые изучали вопрос привлечения одиночных видов пчел. Согласно данным С. И. Малышева *Apis mellifera* не может из-за своих анатомических особенностей эффективно опылять все виды энтомофильных растений (Малышев С. И., 1963; Олифир В. Н., 2005). В этой связи в дополнение к основным опылителям целесообразно разводить и применять диких-пчёл. В России 30-х годов минувшего столетия, с научной целью С. И. Малышев предпринял первые попытки изготовления специальных гнездовий для привлечения разных биологических групп одиночных пчёл (Малышев С. И., 1931; Malyshev S. J., 1933). Тогда как за рубежом первые сведения о разведении пчел-осмий появились в США, М. Levin предпринял попытку разведения *O. lignaria*. В Японии Y. Hirashima разводил *O. cornifrons* (Hirashima Y. 1963), в Европе в 1970 году J. B. Free и I. H. Williams занимался разведением *O. rufa*, а J. N. Tasei в 1973 году *O. cornuta*, в Китае в 1992 году прибегли к разведению *O. jacoti* и *O. excavata* (Levin M., 1957; Free J. B. et al., 1970; Tasei J. N., 1973; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994). На территории СССР в 60-е годы стали изучать вопрос о связи диких опылителей с выращиванием энтомофильных культур. Исследования ограничились на изучении опыления дикими пчёлами красного клевера и люцерны (Малышев С. И., 1963).

На территория бывшего СНГ первые сведения о разведении *O. rufa* появились в работах С. П. Иванова 1983 года, а в работах 1984 года Б. С. Зинченко затрагивал вопрос разведения *O. cornuta* и *O. rufa*. (Иванов С. П., 1983; Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994; Зинченко Б. С., 1994)

Для изучения биологии гнездования диких пчёл Ж. А. Фабр (Fabre J. H., 1891) впервые прибегнул к изготовлению искусственных гнездовых конструкции и гнёзд – ловушек, в дальнейшем учёные сумели адаптировать использование данного метода и под другие научные цели: поддержания природных популяций пчёл (Малышев С. И., 1963; Мариковская Т. П., 1980; Иванов С. П., 1984; Мариковская Т. П. и др., 2001; Klein A. M. et al., 2002; Иванов С. П. и др., 2005); поиска перспективных видов пчёл для разведения в промышленных масштабах (Torchio P. F., 1981; 1982; Гребенников В. С., 1982; Иванов С. П., 1984). С. П. Иванов, А. М. А. Гауль отмечают, что самками *O. cornuta* способны заселять искусственные полости антропогенного происхождения (Иванов С. П., Гауль А. М. А., 2019).

С течением времени сформировалось несколько типов искусственных гнездовых конструкций служащих для разведения и привлечения диких пчел. Конструкции, предназначенные для видов, гнездящихся в готовых цилиндрических полостях, а именно многоэтажные гнездилища по модификации В. С. Гребенникова; тростниковые пучки – двуканальные и одноканальные гнезда ловушки; деревянные бруски с продольными просверленными каналами различной длины и диаметра; глинобитные улья; улья Фабра. В том числе конструкции, предназначенные для видов, гнездящихся в сухих стеблях растений с мягкой сердцевинкой и конструкции, предназначенные для видов, гнездящихся в почве. (Малышев С. И., 1963; Гребенников В. С., 1975; Мариковская Т. П., 1980; Гребенников В. С., 1982; Иванов С. П., 1984; Мариковская Т. П. и др., 2001; Klein A. M. et al., 2002; Иванов С. П. и др., 2005).

Эффективной конструкцией для привлечения диких пчел на испытываемые участки является, многоэтажное гнездо–ловушка по модификации В. С. Гребенникова. Для компоновки гнездовья используют: полые стебли растения,

доска или полено, веревки. Полые стебли собираем и крепят к нижней части доски в порядке убывания, то есть длина тростинок, прилегающих к ее поверхности достигают 20 см, а последующие ряды постепенно сокращаем до 8 см. В середину трубки закладывают пробку из мха, дабы разделить один общий ход на два отдельных. Сформировав конструкцию, срезаем концы трубок наискось. Установку конструкции осуществляют при помощи веревок или гибких проволок, на ветвях деревьев (Гребенников В. С., 1975).

В. С. Гребенников сконструировал многокамерную разборную гнездовую–ловушку. Использовал следующие материалы: пластиковую посуду, гипс или алебастр, глину или почву, пластилин. Первым, в сооружении многокамерной конструкции, этапом является: заготовка пластилиновых палочек диаметром от 3 до 10 мм, длиной от 5 до 15 см. На втором этапе, любую посуду из легкого материала заливают смесью гипса или алебастра до толщины 1–2 см, на поверхность аккуратно раскладывают и погружают до середины пластилиновые палочки, которые в будущем будут соответствовать полостям каналов. На концах некоторых пластилиновых палочек, можно сформировать утолщения. На третьем этапе, осуществляется изготовление второй половины гнездилища: сверху на предыдущий затвердевший слой с пластилиновыми палочками, вливается еще одна порция гипса или алебастра. После того как затвердеет вторая половина, её изымают из ёмкости, достают пластилиновые палочки, а затем и первую заливную половину и все эти детали просушивают. Внутренние каналы смазывают смесью из воды и чернозема. Данную конструкцию устанавливают на стволах деревьев, стенах домов, заборах на высоту от 1 до 4 метров, вдали от муравейников, по несколько штук под навесами. (Гребенников В. С., 1975).

Для привлечения пчел – мегахилид из естественных условий, целесообразно использование ульев Фабра и гнезд – ловушек. Самым эффективным способом является применение гнезд – ловушек (Фабр Ж. А., 1898; Малышев С. И., 1962; Krombein K. V., 1967; Иванов С. П., 2011), в связи с тем, что ловушки просты в изготовлении и эксплуатации.

Гнездо–ловушка состоит из связанных пустотелых стеблей растений, но лучше для этого использовать полые стебли *Phragmites australis* (Иванов С. П., 2011). С. П. Иванов объясняет это тем, что толщина стенок стеблей тростника достаточна, чтобы быть прочной и непреодолимой для большинства хищников и паразитов. Диаметр канала *P. australis* варьирует в пределах от 2 до 15 мм. Найти этот тростник несложно, так как он растёт вдоль береговых линий водотоков, водоемов и на участках грунта с постоянной и высокой влажностью (Иванов С. П., 2011).

Гнезда ловушки, изготовленные из предварительно подготовленного тростника *Phragmites australis* называют тростниковыми пучками. Тростниковые пучки бывают: двуканальными и одноканальными. Каждый отдельный элемент одноканальной конструкции, закрыт с одной стороны междоузлием, а с другой открыт косым срезом. Тогда как каждый отдельный элемент двуканальной конструкции, своим центральным междоузлием делит гнездовой канал на две половины, а с обеих сторон открывается косыми срезами по обе стороны. Удобными в изготовлении являются конструкции, с количеством трубок, не превышающих 20–25 штук (Иванов С. П., 1982, 2011).

Связанные в пучки полые обрезки тростника – это самая упрощенная форма компоновки искусственной гнездовой конструкции. Материалом, применяемым для обвязки и фиксации искусственного гнезда, могут быть: куски проволока, проводов с изоляцией, липкой ленты (скотч), лески, старой ткани. С. П. Иванов предлагает обвязывать, фиксировать на различных субстратах искусственные пучки, капроновым чулком с шириной полосок 1–2 см (Иванов С. П., 1982, 2011). Прочной, в тоже время привлекательной для диких пчел искусственной гнездовой конструкцией из тростника, является гнездо–ловушка из трёх или семи пучков, с количеством гнездовых каналов 15–20 штук. Сверху эти гнезда следует дополнительно обворачивать многослойной плотной бумагой или картоном, полиэтиленовой плёнкой. Переднюю лицевую и заднюю торцевую части пучка оставляют не обёрнутыми (Иванов С. П., 2011).

Также для наращивания численности диких пчел некоторые учёные рекомендуют использовать гнёзда–ловушки в форме деревянных брусков (чурок) с просверленными, вдоль древесного волокна, каналами (Krombein K.V., 1967; Мариковская Т. П., 1982a, 1982b; Романьков А. В., Романькова Т. Г., 1986). Тогда как С. П. Иванов не разделяет такой позиции, так как гнёзда данной модификации сложны в изготовлении и возникают трудности при изъятии гнёзд. Он считает целесообразным применение таких ловушек для тех видов пчёл которые предпочитают гнеститься в древесине. К такому роду пчел можно отнести *Chelostoma*, *Heriades*, *Lithurgus* (Иванов С. П., 2011).

Для получения гнезд и нового поколения одиночных пчёл, а также для поддержания их популяций, можно успешно применять улей Фабра (Малышев С. И., 1963; Krombein K. V., 1967; Гребенников В. С., 1982; Иванов С. П., 1982, 1984; Иванов С. П. и др., 2005a; Krombein K. V., et al. 2001; Morato E. F., 2001; Lee S. W. et al., 2002; Thiele R., 2002).

Приманочные конструкции Фабра представляли собой: дощечатые или фанерные ящики со вставленными полыми трубочками растительного происхождения (соломинками, тростником, палочками с изъятной сердцевинкой). (Малышев С. И., 1963). Согласно данным С. И. Малышева и С. П. Иванова классический улей Фабра имеет следующие конструктивные особенности: деревянный ящик с просверленными отверстиями разного диаметра и плотности, для вставки полых стеблей растений. Полые стебли растений (соломинки, тростинки), которые выводятся через просверленные ходы фанерного ящика обычно различной длины и диаметра (Малышев С. И., 1963; Иванов С. П., 2011). Установку можно производить на протяжении всего сезона, и в различных биотопах, а также в условиях закрытого и открытого грунтов (Малышев С. И., 1963).

В ходе научных изысканий, в Крыму С. П. Ивановым, Жидковым и А. М. Гаулем было изучено влияние конструктивных особенностей ульев Фабра на степень заселения и привлекательности для самок *O. cornuta*. В этой связи они изготавливали улья Фабра модернизированные с лицевых стороны.

Трубки, которыми были заполнены улья имели различный диаметр и длину. Лицевая часть улья была подвержена разным экспозициям затенённости гнездовых каналов. Модернезированные улья Фабра были представлены двумя типами. Первый был изготовлен из коробок и ящиков, тогда как второй тип был скомпанован в виде цилиндров из плотной бумаги (Иванов С. П. и др., 2018, 2018a; Ivanov, Gaul, 2019, 2019a; Иванов С. П., Гауль А. М. А., 2019; Иванов С. П. и др., 2019, 2019a).

Существуют и такие вариации модифицированных ульев Фабра как, небольшие ящики различных форм, с уложенными тростниковыми пучками, что позволяет увеличить вероятность заселения искусственной гнездовой конструкции (Иванов С. П., 2011). По данным В. Н. Олифира ящик состоит: из наиболее толстых передних и задних стенок, а также более тонких боковых стенок, дна и навеса. Толщина листа фанеры, из которого изготавливают навес, составляет 3–5 мм. Затем изделие собирается, фиксируется жестяная полоска 25x40 мм (служащая для фиксации улья на субстрате), под наклоном в 10° прибавляется навес, предварительно обработанный олифой, верхняя часть которого окрашивается краской светлых тонов (белая, голубая, желтая), а нижняя часть краской темных тонов. Внутренний объём полости не должен превышать 90 x 100 мм, так как большая площадь значительно увеличивает время поиска места гнездования особи, что приводит к снижению гнездо строительной и опылительной функции пчелы. При использовании других материалов, во время создания улья Фабра, учитывается следующая особенность: при изменении объёма гнездилища, необходимо изменить параметры навеса так, чтобы со всех сторон ящика он выступал на 15 мм (Олифир В. Н., 2005). Все эти мероприятия способны минимизировать попадание солнечных лучей на тростниковые трубки. Монтаж такого искусственного ящика осуществляется на хорошо освещенном участке, в ранневесенний период, во второй половине апреля, когда активизируется лёт пчёл осмий. Местами крепления ящика служат стены, деревянный щитки, стволы деревьев. В конце сезона ящики с застроенными гнездами, размещают в благоприятные условия для эффективного

развития диких пчел, на различных стадиях её жизнедеятельности (Олифир В. Н., 2005). Искусственное гнездовье данной модификации В. Н. Олифир и И. И. Шалимов изготовили для привлечения и наращивания численности *O. rufa*. (Олифир В. Н., Шалимов И. И., 1988)

По данным В. Н. Олифира пчёлы осмии разборчивы при выборе мест гнездования, предпочитая селиться в тростниковых трубках. В некоторых регионах страны заготовка тростника недоступна, в виду отсутствия мест произрастания этого вида растения. В этой связи целесообразно применение разборного гнездилища по модификации В. Н. Олифира и И. И. Шалимова (Патент...., № 1801327). Данное гнездилище представлено несколькими секциями, объединёнными в блоки. Для изготовления секций подготавливают заготовку, сбитую снизу с верху отрезками фанеры, высоту между фанерными листами предают боковые направляющие деревянными рейками. В образовавшееся пространство между нижним листом фанеры и боковыми направляющими деревянными рейками, первым слоем заливают смесь состоящую из: глины 75–80 %, лиственной тырсы 15 %, мелкого протертого мела 5–10 %, вторым слоем в один ряд раскладывают металлические трубки, третьим слоем заливают смесь такого же состава, накрывают верхним листом фанеры и оставляют просыхать. Из просохшего раствора трубки извлекают, после чего остаются полые каналы, то есть будущие гнездовые полость для пчёл осмий. С этого момента можно считать, что секция сформирована. Затем секции накладывают друг на друга, формируя единый блок. По четырем углам блок дополнительно фиксируют металлическими стержнями (Олифир В. Н., 2005).

М. В. Сарычев и З. Н. Сарычева придумали улей для диких пчёл–опылителей, который может быть использован для их разведения. Состоит улей из закрывающегося крышкой внешнего корпуса, стенки которого пронизаны отверстиями. В отверстия стенок внешнего корпуса вставляются трубчатые гнездовые камеры. Трубчатый гнездовые камеры сформированы скрученной и склеенной бумагой в виде трубочки, на одном конце слепо замкнутом. Размещают трубочки таким образом, чтобы основная часть канала находилась

внутри внешнего корпуса. Для сохранения постоянного температурного режима в улье, внутренняя часть его внешнего корпуса дополнительно снабжена прозрачной крышкой. Применение улья данной модификации способствует инкубированию коконов и привлечению особей диких одиночных пчёл из естественных условий. Процесс инкубирования коконов даёт возможность сместить сроки зимовки (Патент..., № 1430014).

Для заманивания пчел, гнездящихся в готовых цилиндрических полостях, С. И. Малышев использовал глинобитные улья. Ящички данного гнездилища могут быть различного размера и конфигурации, автор не указывает строгих параметров в плане длины, ширины, необходимых для сборки гнезда, но ящик обязательно заполняется полувлажной глиной, на передней стороне конструкции устанавливаются отрезки полых растений, которые в дальнейшем будут служить ходом для пчел. Во второй половине апреля их расставляют на полях, приусадебных участках, а также других биотопах (Малышев С. И., 1963).

Современная модификация улья Фабра представлена гнездовым блоком улья для диких пчел С. П. Иванова, А. М. А Гауля, В. Ю. Жидкова (Патент..., № 190882). Основной структурной единицей гнездового блока является желобчатая пластина. Путём накладывания друг на друга нескольких желобчатых пластин образуется блок. На каждом ярусе блока, при тесном смыкании желобов нижней и верхней пластин образуется ряд многочисленных полых гнездовых каналов. Пластины различны по длине, в ходе чего формируется нерегулярная ступенчатость на лицевой стороне гнездового блока. Выступающие желобчатые пластины образуют рельефный леток. При привлечении пчёл эта адаптация необходима для предотвращения блуждания особей, выполняя функцию дополнительного ориентира. С задней стороны улья, отверстия в гнездовые каналы закрываются задней запорной панелью с запирающими втулками, что необходимо для более эффективной защиты заднего отдела гнездовых каналов от хищников и паразитов (Патент..., № 190882).

Согласно рекомендациям, С. П. Иванова при установке конструкций в естественных условиях следует: закреплять, маскировать, защищать учитывая возможность воздействия на них абиотических, биотических и антропогенных факторов. Идеальным местом локализации улья, является полу затемненная территория, где не очень темно, но и в то же время отсутствует активное воздействие солнечных лучей, а также сквозняков, в течении целого светового дня. Размещать гнёзда–ловушки необходимо так, чтобы лицевой отдел гнездовых каналов был ориентирован в юго–западном и юго–восточном направлениях. В естественных условиях, местом размещения ловушек может послужить следующий субстрат: ветви и стволы деревьев, пни, ветки кустарников, глиняные обрывы, стены построек, щели скал (Иванов С. П., 2011).

Поставив гнездилища в необходимом биотопе, следует: убедиться в надежности крепления ульев к указанным выше местам размещения ловушек, отметить на карте места их расположения, в полевом журнале зарегистрировать дату и время постановки каждого улья на учет, сфотографировать места их размещения с расстояния 5–50 метров (Иванов С. П., 2011).

После окончания сезона в зависимости от целей исследования разбор улья производят полностью или частично. Во время хранения собранного материала, необходимо соблюдать все необходимые мероприятия по его охране, от влияния различных паразитов (Иванов С. П., 2011). В методике привлечения диких пчёл с применением искусственных гнездовых конструкций различных модификаций присущ элемент случайности, так как до конца невозможно быть уверенным, какой вид заселится в нужный момент. Установление принадлежности гнезда к определенному виду пчел следует осуществлять после выхода имаго из ячеек гнезд, хотя на этапе вскрытия заселенных гнездовых полостей заметны различия в строении гнезд разных видов пчёл (Иванов С. П. и др., 2019).

В этой связи для устранения такого нюанса, необходимо заблаговременно изготавливать подходящие, конкретному виду пчёл, типы гнёзд. Можно

даже размещать коконы конкретного вида одиночных пчел в нужные искусственные гнездовые конструкции, потому что у отродившихся молодых пчёл есть поведенческая особенность, селиться там, где они появились (Малышев С. И., 1963).

Принято считать, что начальной точкой отсчета на пути искусственного разведения осмий для опыления мелиттофильных культур являются, заселенные улья Фабра и гнёзда–ловушки (Мариковская Т. П., 1982b; Lee S. W. et al., 2002; Thiele R., 2002; Krombein K.V. et al., 2001; Morato E. F., 2001; Иванов С. П., 2011).

Искусственное разведение пчелы *O. cornuta* в промышленных масштабах на территории Российской федерации не проводилось, в виду отсутствия технологии их разведения. Б. С. Зинченко и В. М. Гукало – специалистами Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова были предприняты попытки разведения.

2. ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОНБАССА

Территория Донбасса с учётом сложившихся естественно–исторических условий, специфична. Геоморфологическая структура Донбасса сложна, характеризуется наличием глубоких оврагов, обилием речных балок и долин, выходом почвообразующих и горных пород на поверхность. К всему прочему активная деятельность человека стимулировала образование широкого спектра антропогенных ландшафтов, что привело к эволюционированию ландшафта Донецкого края в целом.

2.1 Географическое положение и рельеф

Донбасс расположен в геосинклинальной зоне на юге Русской платформы, в пределах степной зоны Восточной Европы. В этом месте сформировались четыре геоструктурных элемента: Азово–Черноморская низменность, Днепропетровская впадина, Донецкий кряж, Приазовская возвышенность (Рева М. Л. и др., 1976). В ходе денудационных процессов Донецкого кряжа, на месте первоначального фундамента складчатых гор, образовался пологосклонный рельеф (Рева М. Л. и др., 1976).

Кряж занимает около половины территории Донбасса и проходит через его центральную часть с северо–запада на юго–восток (Булкин С. П. и др., 1977). Донецкому кряжу присуща слоистость. Днепровско–донский водораздел является самой главной и высокой грядой кряжа. Восточнее водораздела, на высоте 367 метров над уровнем моря, расположена гора Могила–Мечетная, которая является наивысшей точкой района. По периферии высота кряжа снижается, после чего впадает в долины. Однако со стороны Северского Донца у кряжа сформирован крутой, меловой обрыв (Булкин С. П. и др., 1977).

Рельеф Донецкого бассейна чрезвычайно разнообразен. Основными типами рельефа района являются: гривистые (денудационные); овражно–балочные (овражные); аккумулятивные; карстовые; оползнего; эолового и антропогенного (Симоненко В. Д., 1977).

На юге и юго–западе донецкого кряжа залегают карстовые образования. Приазовская возвышенность с юга опоясывает Донбасс и понижаясь переходит в Приазовскую низменность, то есть часть Причерноморской равнины. Равнина образована степями, подходящими к Азовскому морю. Здесь находится с. Хомутовка вблизи которого была сформирована заповедная территория, «Хомутовская степь». В пределах Донецкого Приазовья, а именно на северном побережье Азовского моря имеются узкие, песчаные косы: Кривая и Белосарайская косы (Булкин С. П. и др., 1977).

На Севере Донецкой области Среднерусская возвышенность переходит в Придонецкое плато. На этом плато в меридиальном направлении текут левые притоки Северского Донца. Правый склон долины Северского Донца крутой и высокий, тогда как левый плоский и низкий, что свидетельствует об асимметричности его строения (Булкин С. П. и др., 1977).

Северский Донец берет свое начало на склонах Курского плато, он же является крупнейшей рекой Донбасса, со снежным типом питания. В центральную водную артерию Донбасса в пределах среднерусской возвышенности впадают протоки Айдара, Боровой, Быстрой, Глубокой, Деркул, Евсуг, Калитвы, тогда как в районе Донецкого кряжа впадают протоки Бахмутки, Большой каменки, Казенного Торца, Кундрючьи, Лугани, Луганчика. Реки Кальмиус, Миус, Нагольная, берущие свое начало на Донецком кряже после чего они впадают в Азовское море (Рева М. Л. и др., 1976).

2.2 Климат

Климат на Русской равнине и в районе Донбасса, сформирован с учетом: геоморфологических особенностей, высоты над уровнем моря, наличия водных поверхностей. Территория данного края находится под влиянием континентальных пространств Азиатского материка и Атлантического океана, редки прорывы арктического воздуха. В течении года здесь устанавливается достаточное количество тепла (Рева М. Л. и др., 197; Булкин С. П. и др., 1977).

Климат умеренно–континентальный, отмечена разница между летними и зимними температурами, осенью и зимой отмечаются резкие колебания температур. Заморозки начинаются в первой декаде октября. Зимний период времени, в особенности январь, характеризуются самыми низкими температурными показателями от -6°C до $-7,8^{\circ}\text{C}$ (Рева М. Л. и др., 1976). Тогда как по данным С. П. Булкина от -4°C до -6°C (Булкин С. П. и др., 1977). Самым холодным зимам свойственен температурный порог в -36°C (Булкин С. П. и др., 1977). По М. Л. Рева $-41,0^{\circ}\text{C}$ (Рева М. Л. и др., 1976). Рекорд низких температур был отмечен 8 января 1935 года, температура снизилась до $-42,0^{\circ}\text{C}$. Завершение заморозков в Донбассе отмечается в третьей декаде апреля. Тогда как на юге региона в первой декаде апреля (Рева М. Л. и др., 1976). Отличается также безморозный период на севере и юге края. На севере этот показатель составляет 170 дней, на юге 200 дней, в этой связи данный регион можно использовать для высадки широкого спектра сельскохозяйственных культур (Рева М. Л. и др., 1976; Булкин С. П. и др., 1977). В холодное время года господствует Азиатский антициклон (восточные и юго–восточные ветра) (Рева М. Л. и др., 1976; Булкин С. П. и др., 1977). Зимой, из-за вторжения теплых воздушных масс периодически возникают оттепели, с относительной влажностью воздуха в 75–85%. Минимум содержания влаги воздуха в феврале не превышает 2,5–3,5 % (Рева М. Л. и др., 1976).

В Донецкой области, а именно в южной ее части, по итогам многочисленных метеорологических наблюдений весна наступает в середине марта и уже через несколько дней в северной части региона. Со второй декады апреля температура устанавливается на пятиградусной отметке. Средне климатические показатели третьей декады апреля, фиксируют на отметке в $+10^{\circ}\text{C}$, а майские $+15^{\circ}\text{C}$. Весной восточный ветер с низкой концентрацией влаги, движущийся со скоростью 5–6 м/с способствует формированию пыльных бурь и суховеев. Весенние суховеи обычно наступают в мае, в следствие чего относительная влажность воздуха варьирует в пределах от 11 до 14% (Рева М. Л. и др., 1976; Булкин С. П. и др., 1977).

Лето жаркое и засушливое, в особенности июль. Его средние показатели характеризуются повышением температур от 20,8 °С и выше. Максимальные температура воздуха колеблется в диапазоне от 40°С до 42°С (Булкин С. П. и др., 1977). Июль является самым тёплым месяцем года. На юге региона температура воздуха прогревается до 22,3°С, на севере до 21,8°С. В этот период преобладают западные и северо – западные ветра (Булкин С. П. и др., 1977). Максимум содержания влаги воздуха в июле не превышает 11–14 %. В норме летом выпадает до 50% от годовой нормы осадков (Рева М. Л. и др., 1976). Отмечаются суховеи и засухи (Булкин С. П. и др., 1977).

Количество выпадающих осадков на территории Донецкого кряжа неоднородно, уменьшается в направлениях с севера на юг и с запада на восток. На западной возвышенности Донецкого кряжа выпадает до 550 мм, то есть больше всего по сравнению с другими его частями. Показатели осадков, выпавших за год, крайне нестабильны, к примеру по данным М. Л. Рева в 1863 году выпало 223 мм, тогда как в 1925 году 655 мм (Рева М. Л. и др., 1976).

2.3 Ландшафтная структура

Донецкому кряжу свойственны ландшафты антропогенного происхождения. Согласно систематике, Ф. Н. Милькова современные ландшафты делятся на классы: водные, лесные, промышленные, селитебные, сельскохозяйственные. Техногенные ландшафты представлены берегами речных долин, террасированными склонами, водоёмами и прудами по долинам степных рек, накопительными прудами, оросительными канавами. Сельскохозяйственные ландшафты занимают две трети территории Донбасса (Рева М. Л. и др., 1976).

В автономный, в тоже время промежуточный тип выделены садовые ландшафты. Промежуточным его принято его считать так он находится на стыке между сельскохозяйственным и селитебным ландшафтами. Этот тип характеризуется широким распространением виноградников, ягодников, садов

по поселкам городского типа и городам. В этом типе ландшафтов есть преимущества и недостатки. Из положительных черт можно выделить: богатство ботанического состава. Из отрицательных: неустойчивость и бедность микро и зооценозов (Рева М. Л. и др., 1976).

Пастбищно–луговой тип отнесен к классу сельскохозяйственных ландшафтов за счет активно проводимых мероприятий, направленных на увеличение продуктивности естественных пастбищ и лугов, путем их дополнительного орошения, обогащения ботанического состава, внесения удобрений, регуляции сенокошения, выпаса скота (Рева М. Л. и др., 1976).

По степени преобразованности селитебные ландшафты Донбасса делят на городские и сельские. Городским селитебным ландшафтам присуще наличие различных видов промышленных производств. Изменению природной среды региона способствует функционирование горнодобывающих, коксохимических и металлургических предприятий. В этой связи стираются границы зональности ландшафтов, как по экологическим факторам среды, так и по характеру животного и растительного царств. Сельский селитебный ландшафт региона представлены: сельскими населенными пунктами, приусадебными участками с частными домостроениями, садами, пахотными землями.

Класс лесных ландшафтов представлен: мелеоративными и противоэрозийными насаждениями, искусственными пойменными насаждениями реки Северский Донец. Искусственно созданные зеленые, лесные, зоны края занимают 220 тыс. га (Рева М. Л. и др., 1976).

Класс водных ландшафтов представлен: искусственно созданными водохранилищами и прудами. Они занимают незначительные площади Донбасса, источниками водоснабжения которых являются атмосферные осадки. В большей степени этому классу ландшафтов присущ антропогенный характер. На территории региона насчитывается около тридцати водохранилищ и три тысячи рукотворных прудов. Промышленные ландшафты представлены: металлургическими, химическими и горнодобывающими предприятиями (Рева М. Л. и др., 1976).

2.4 Растительный покров на территории Донбасса

Донбасс относится к Восточно–Европейской провинции и Евроазиатской степной области. Провинция условно разделена на Среднедонскую и Черноморско–Азовскую подпровинции. В Среднедонской провинции на юго – востоке Донбасса развиты меловые отложения, в этой связи растительность сформирована меловыми эндемичными видами растений: иссоп меловой, овсяница меловая, полынь меловая, чебрец меловой. Границы Донецко–Донского округа формируют крайние юго–восточные районы Донбасса, где встречаются байрачные дубравы, а на песчаных террасах рек сосновые леса, плохо заросшие пески с песчаными степями (Рева М. Л. и др., 1976).

Черноморско–Азиатская подпровинция делится на шестнадцать геоботанических округов, восемь из которых образуют полосу типчаково–ковыльных степей, еще восемь разнотравно–типчаково–ковыльных (Рева М. Л. и др., 1976). Из Черноморско–Азиатской подпровинции на территории Донбасса находятся два округа: Донецкий кряж и Приазовское плато. Состав этой провинции сформирован полынно–разнотравными и типчаково–ковыльными степями. В этих степях встречаются: василёк, ковыль, полынь, шалфей. На территории Донбасса преобладают ковыльные степи и злаковые. К югу указанной ранее территории, отмечается обеднение видового состава разнотравья степей.

В северной части региона расположены разнотравно–типчаково–ковыльные степи. Берега Азовского моря, то есть юг региона сформирован ковыльными степями, тогда как морские косы полынно–злаковыми. В некоторым районах Приазовья Донецкого Кряжа встречаются кустарниковые степи (Рева М. Л. и др., 1976). Основной костяк всего степного травостоя сформирован дерновыми злаками, эфимерами и эфимероидами в том числе однолетниками (Рева М. Л. и др., 1976). Степи края, а именно его степной травостой сохранился в первозданном виде побольшей части в заповедных зонах. К примеру, на территории «Каменные могилы» сохранился редкий альпийский папоротник, а в меловых отложениях редкий кустарник скумпия (Рева М. Л. и

др., 1976). Кроме «Каменных могил» нетронутыми заповедными степями на территории Донбасса являются «Хомутовская степь» (Булкин С. П. и др. 1977).

Стимулирующими факторами снижения видового состава растительности являются: усиление засоления почв, ухудшение водного режима почв, снижения числа выпадающих осадков (Рева М. Л. и др., 1976). Абиотическое воздействие на степи Донбасса велико, это связано с распахиванием этих территорий, в связи с интенсивным освоением их под сельскохозяйственные нужды. Вдоль оврагов Донецкого края простираются рощи из берескла, дикой груши, дуба, клёна и ясеня (Булкин С. П. и др. 1977).

По сравнению с восстановленной растительностью, культурная занимает от 35 до 80 % всей площади Донецкого края. В свою очередь на особенность распространения культурной растительности оказывают влияние социально-экономические факторы (Преображенский В. С., 1959).

На наивысшем участке Донецкого края на высоте от 275 до 300 м над уровнем, простирается лесостепной пояс. Лесным дубравам свойственно обилие подлеска с большим содержанием мезофитов, тогда как сама дубрава сформирована такими видами древостоя как: граб, дуб, липа, ясень (Преображенский В. С., 1959).

В лесостепном поясе вдоль русел рек встречаются пойменные леса. Они образованы зарослями вяза, осины, черной ольхи иногда дуба. Травостой левад пестрый и представлен: белокопытником гибридным, вербейником мутовчатым, кипреем, кирказоном обыкновенным, крапивой, купырём лесным, подмаренником ложным, осотом болотным, чистотелом большим. Русла рек усеяны зарослями ивняка от старых ив (Преображенский В. С., 1959).

Луга края по площади незначительны и разбросаны отдельными фрагментами. Отдельные луговые участки встречаются по днищам балок и в поймах. Основной травостой представлен злаками (Преображенский В. С., 1959; Рева М. Л. и др., 1976). Этим почвам присущи признаки засоления. В южной

части Донецкого кряжа сернокислые солонцы, на юго–западе хлоридно–сульфатные. На разных участках Донецкого Кряжа характер засоления луговых почв неодинаков, концентрацию влажности и солей отражает тип растительности (Преображенский В. С., 1959).

Ю. Д. Клепов классифицировал растения на три группы, с учетом их произрастания на солонцовых почвах. К первой группе растений, занимающей «солеросовые солонцы» он отнёс: лебеда стебельчатая, сведа стелющаяся, солерос травянистый. Ко второй группе растений, заполняющих собой «безсолеросовые солонцы» относ: пиретрум тысячелистный, козелец мелкоцветковый, астра солончаковая и подорожник, полынь морская и морковник Бессера. Также этой группе относится ксерофитное разнотравье: грудница мохнатая и ксерофитные злаки: ковыль, типчак, тонконог. К третьей группе растений, заполняющих собой «засоленные луга» относ: бескильщица свернутолистная, ситник Жерара, поленица стелющаяся, триостренник морской, клевер земляничный, клубнекомыш морской (Преображенский В. С., 1959).

3 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований была дикая одиночная пчела *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (рисунок 1). Исследования проводили с 2016 по 2025 года.



Рисунок 1 – Объект исследования одиночная дикая пчела *O. cornuta*

Примечание:

a – Самка рогатой осмии на цветке вишни *Prunus cerasus* (L.);

б – Самец рогатой осмии на гнезде после выхода из диапаузы.

3.1 Изучение биологии и экологии *Osmia cornuta*

Исследования проводились в Донбассе (2016–2025). Для её привлечения использовали одноканальные и двуканальные тростниковые пучки, многоэтажные гнездилища по модификации В. С. Гребенникова, деревянные блоки с продольными каналами различного диаметра, модифицированные ульи Фабра и гнездовые блоки с разборными желобчатыми пластинами. В модифицированных ульях Фабра из ПВХ-листов на базе тростниковых пучков формировали колонию *O. cornuta* для изучения биологии и экологии вида. Использовали 17 ульев и около 200 тростниковых пучков. В ходе исследований пчел маркировали, отлавливали и препарировали.

Исследования фенологии, сезонной и суточной динамики лета *O. cornuta* проводили на приусадебных участках методом визуальных систематических наблюдений.

Фенология пчел изучалась на основе анализа данных появления пчел из гнезд полученных, в результате заселения ульев Фабра на основе одно и двух-канальных тростниковых пучков.

Методика учета сезонной динамики численности самцов *O. cornuta* включала визуальный подсчет всех встреченных возле учетных ульев особей. Учеты проводили два раза в сутки (с 10 до 11 часов и с 14 до 15 часов дня). Учет самцов *O. cornuta* проводили на основе пятнадцатиминутных контрольных учетов. При этом учет самок пчел проводили по количеству строящихся гнезд.

Суточную активность проводили вблизи предварительно выставленных в начале сезона искусственных гнездовых конструкций. Суточную активность имаго осмии рогатой изучали методом учета численности пчел, посещающих цветки кормовых растений. Для предварительной оценки суточной активности пчёл проведены непрерывные наблюдения с 5 ч 30 мин до 20 ч 00 мин. Общую продолжительность рабочего дня определяли путем получения среднего времени начала и окончания дневной активности пчел.

Температуру окружающей среды измеряли ртутным термометром типа ТС–2 размещенном в защищенном от солнца и осадков навесе. В условиях открытого грунта в пгт. Мангуш цифровым анемометром RGK AM-20 фиксировали скорость ветра.

Морфологические особенности лабио–максиллярного комплекса самки *O. cornuta* (n=30) изучали в 2022 году. Самок *O. cornuta* предварительно отлавливали на опытном участке вблизи улья. Измерения проводили с помощью бинокулярного микроскопа МБС–10 и окуляра микрометра, под 20^x. увеличением. Подготовку временных препаратов хоботков к измерению проводилась следующим образом: отловленных пчел фиксировали в 70 % спирте; отделяли

головы; кипятили в 10% растворе щелочи; препаровальной иглой хоботки отделяли от головы; чистили от остатков волокон. Каждый хоботок, помещали на предметное стекло, капали глицерин; выпрямляли хоботок иглой; накрывали покровным стеклом. Под микроскопом измеряли общую длину хоботка, длину ментума (mentum), прементума (prementum), и язычка (glossa) (Приложение А).

При изучении плодовитости пчелы *O. cornuta* проводили изъятие самок пчёл, путем их отлова около ульях, в 6 ч 30 мин. Изъятие производили в начале апреля, в момент первого (утреннего) выхода особей из строящихся гнездовых полостей, с последующим вскрытием собранных пчел в лаборатории. Под микроскопом препарировали яичники, в лунку предметного стекла капали 0,9% водный раствор NaCl, покровным стеклом не накрывали. При помощи препаровальной иглы расправляли яичники с овариолами. Подсчет и измерение ооцитов проводили на бинокулярном микроскопе МБС-10 с общим увеличением 32х (окуляр-микрометр 8х; объектив 4х), с ценой деления 200 мкм (Приложение В). Оценивая текущую плодовитость, мы опирались на два показателя: число зрелых ооцитов, достигших максимальную длину у основания овариол. Потенциальную плодовитость рассчитывали по сумме терминальных и поздних ооцитов. Для оценки фактической плодовитости, примечали самку, на среднегрудь маркером наносили метку, примечали строящиеся ею гнезда, нумеровали. Фактическую плодовитость определяли по завершению гнездования отмеченной нами самки, по средствам вскрытия полностью ею отстроенных и пронумерованных нами гнездовых полостей и пересчёта находящегося в них расплода.

3.1.1 Изучение гнездостроительной и фуражировочной активности

Для изучения поставленной задачи проводились наблюдения за гнездованием *O. cornuta*. Для этого применяли искусственные гнездовые конструкции (ульи Фабра). Длина и диаметр сухих отрезков тростника варьировал в широ-

ких пределах от 114 мм до 316 мм и диаметром от 6–11 мм. Единичное наблюдение за процессом строительства одной гнездовой ячейки одной самкой осмии рогатой проводили в 11 часов дня в ясную без ветренную погоду, в период активного цветения плодовых деревьев, при температуре от +18 °С до +23 °С. Использовали секундомер и видеокамеру. Нумеровали гнездовой канал. Верхнюю часть среднегруди пчелы маркировали цветным маркером.

При определении общего времени, затраченного одной самкой осмии рогатой на формирование одной ячейки, определяли: время строительства одной земляной перегородки и время заготовки провизии в одну гнездовую ячейку.

Для установления времени, затраченного на одну земляную перегородку в журнале наблюдений, фиксировали: время начала строительства земляной перегородки, время окончания строительства земляной перегородки.

Для установления времени заготовки провизии в одной гнездовой ячейке в журнале наблюдений фиксировали такие показатели: времени первого прилета пчелы с пыльцой в гнездо и времени последнего прилета пчелы с пыльцой. В полевых условиях для установления общего числа цветков на одном трехлетнем дереве миндаля отбирали 8 деревьев. С каждым выбранным деревом работали по такой схеме:

1. В разных участках кроны отбирали по 7 веток;
2. На каждой из этих 7 веток тщательно пересчитывали все цветки;
3. Полученные цифры фиксировали в журнал наблюдений.
4. Зная *число цветков на каждой ветке* ($n=7$), рассчитали *среднюю числа цветков на ветке*.
5. Затем, приступили к схематическому зарисовыванию дерева со всеми ветками.
6. Снова тщательно пересчитывали все ветки. И на этой же схеме писали количественное значение *общего числа веток на исследуемом дереве*.
7. После чего количественное значение *среднего числа цветков на ветке* умножали на *общее число веток на этом дереве*. Провели расчет:

$$O = Ц \times В$$

Где:

О – общее число цветков на одном дереве;

Ц – среднее число цветков на ветке;

В – общее число веток на дереве.

Посещаемость пчелами *O. cornuta* одного цветущего дерева миндаля устанавливали маршрутным методом описанным К. К. Фасулати адаптированный нами под наше исследование (Фасулати К. К., 1971). При этом в течении 10-ю минутных наблюдений около каждого дерева (n=18) проводили видеофиксацию количества пчел, посетивших цветущее дерево миндаля (Приложение 3, И), с последующей записью полученных показателей в журнале наблюдений. Общее время учета составило 3 часа (180 мин).

Среднюю интенсивность посещения осмией рогатой цветущих деревьев (n=18) миндаля опытного участка рассчитывали по формуле.

$$A = \frac{N_{(o.ч.п.)}}{t_{(o.в.н.)}}$$

где:

A – средняя интенсивность посещения пчелами цветущих деревьев миндаля;

N_(o.ч.п.) – общее число пчёл *O. cornuta* (n=54), посетивших цветущие деревья миндаля (n=18);

t_(o.в.н.) – общее время наблюдений (3 часа).

Среднее общее обилие *O. cornuta* на одном дереве миндаля рассчитывали по формуле:

$$S = \frac{P}{D}$$

где:

S – среднее общее обилие пчел на цветущем дереве миндаля;

P – число наблюдаемых пчел (n=54);

D – число наблюдаемых деревьев (n=18).

Для получения точных показателей при расчёте числа цветков посещаемых пчелами *O. cornuta* за 1 минуту использовали видеокамеру. В процессе анализа видеофайлов примечали одну пчелу, в журнал наблюдений фиксировали время

момента посадки на цветок и момент взлета, после чего высчитывали разницу во времени, полученную цифру фиксировали в таблицу. Затем проводили расчёт средней времени, затраченного самцами и самками пчел на посещение 1 цветка (сек/цветок). При расчетах кратковременные 2 секундные касания с пыльниками/нектарниками не учитывали.

Расчет **числа цветков**, посещаемых самцами и самками осмии рогатой за одну минуту, вели по формуле:

$$Q = \frac{\partial y}{\partial x}$$

Где:

Q – число цветков посещаемых самцами или самками за минуту (цветок/мин);

∂y – время наблюдений одна минута в секундах (60 сек);

∂x – среднее время, затраченное самцами или самками пчел на посещение 1 цветка (сек/цветок).

Для установления **относительной разницы** в длительности посещения цветков миндаля между самцами и самками осмии рогатой использовали формулу:

$$V_o = \frac{\delta y}{\delta x}$$

Где:

$V_{отн}$ – во сколько раз дольше самки *O. cornuta* опыляют цветки миндаля;

δy – время затраченное на посещение 1 цветка миндаля самками *O. cornuta* (сек/цветок);

δx – время затраченное на посещение 1 цветка миндаля самцами *O. cornuta* (сек/цветок)

Для установления **абсолютной разницы** в длительности посещения цветков миндаля между самцами и самками осмии рогатой использовали формулу:

$$V_A = \delta y - \delta x$$

Где:

V_A – на сколько дольше самки *O. cornuta* опыляют цветки миндаля;

δy – время затраченное на посещение 1 цветка миндаля самками *O. cornuta* (сек/цветок);

δx – время затраченное на посещение 1 цветка миндаля самцами *O. cornuta* (сек/цветок)

При расчетах процента посещаемости одного дерева миндаля самцами и самками осмии рогатой учитывали показатели числа цветков посещаемых имаго пчёл за одну минуту; период наблюдений и среднее число цветков на одном дереве. При установлении **процента посещаемости** самцами или самками *O. cornuta* одного дерева миндаля использовали формулу:

$$P = \frac{Q \times t}{n} \times 100$$

Где:

P – процент посещаемости самцами или самками *O. cornuta* одного дерева миндаля;

Q – число цветков посещаемых самцами или самками за минуту (цветок/мин);

t – время наблюдений один час (60 мин);

n – среднее число цветов на одном дереве.

Расчет необходимого числа пчел (коконов) *O. cornuta* для опыления одного 4-х летнего дерева миндаля проводили по формуле:

$$W_{\text{♀/♂}} = \frac{n}{c \times r \times o}$$

Где:

$W_{\text{♀/♂}}$ – требуемое число пчел (коконов самцов или самок) для опыления одного 4-х летнего дерева миндаля;

n – всего цветков на 420 деревьях миндаля (опытный участок);

c – число цветков посещаемых пчелой осмией рогатой за час (цветков/час);

$r_{\text{♀}}$ – время фуражировки;

$r_{\text{♂}}$ – продолжительность дневного лёта;

o – число дней цветения миндаля.

Расчет необходимого числа пчел (коконов) *O. cornuta* для опыления 4-х летнего миндального сада площадью 1,2 га проводили по формуле:

$$W_{\text{♀/♂}1,2\text{га}} = W_{\text{♀/♂}} \times D$$

Где:

$W_{\text{♀/♂ } 1,2 \text{ га}}$ – требуемое число пчел (коконов самцов или самок) для опыления 4-х летнего миндального сада площадью 1,2 га;

$W_{\text{♀/♂}}$ – требуемое число пчел (коконов самцов или самок) для опыления одного 4-х летнего дерева миндаля;

D – всего деревьев миндаля на участке.

Расчет соотношения полов в популяции *O. cornuta* проводили по формуле:

$$P = \frac{W_{\text{♂ } 1,2 \text{ га}}}{W_{\text{♀ } 1,2 \text{ га}}}$$

Где:

$W_{\text{♂ } 1,2 \text{ га}}$ – требуемое число пчел (коконов самцов) для опыления 4-х летнего миндального сада площадью 1,2 га;

$W_{\text{♀ } 1,2 \text{ га}}$ – требуемое число пчел (коконов самок) для опыления 4-х летнего миндального сада площадью 1,2 га.

Расчет числа гнездовых каналов для заселения самок *O. cornuta* в 4-х летнем миндальном саду площадью 1,2 га проводили по формуле:

$$K = W_{\text{♀ } 1,2 \text{ га}} \times 3$$

Где:

$W_{\text{♀ } 1,2 \text{ га}}$ – требуемое число пчел (коконов самок) для опыления 4-х летнего миндального сада площадью 1,2 га;

3 – число гнезд которое одна самка *O. cornuta* отстраивает за сезон.

3.1.2 Изучение строения гнезд

Для привлечения *O. cornuta*, на испытуемых участках устанавливались улья Фабра заполненные одноканальными тростниковыми трубками, которые в конце сезона снимали, заселенные тростниковые трубки вскрывали, где на основе полученных данных, осуществляли описание и анализ строения гнезд осмии рогатой.

В конце сезона (ноябрь – январь) в лабораторных условиях заселенные тростниковые трубки вскрывали. Проводили качественную и количественную

оценку гнёзд *O. cornuta* по методике С. П. Иванова (Иванов С. П., 2009). Каждый тростниковый пучок нумеровали, изымали тростниковые трубки, на каждой трубке маркером отмечали верхнюю часть трубки ставили метку «верх». Путем введения металлической спицы длиной 30 см зондировали гнездовые каналы и сортировали на заселенные, не заселенные трубки. После чего номер гнезда заселенных трубок фиксировали в журнале наблюдений. Затем малярным ножом аккуратно скалывали одну из стенок тростниковой трубки, зарисовывали внутренне строение вскрытых трубок, линейкой и штангенциркулем измеряли параметры гнездового канала (общую длину и внутренний диаметр), фотографировали все элементы вскрытого гнезда. Коконь взвешивали на аналитических весах (Приложение П₂).

При анализе полученных гнезд использовали следующие количественные показатели: длина гнездового канала, внутренний диаметр гнездового канала; общее число ячеек в каждом гнезде; масса коконов имаго пчёл; число зараженных гнездовых ячеек в гнездах, общая зараженность во всех гнездах.

Измерение внутреннего диаметра гнездового канала осуществлялось измерительным циркулем, путем приложения одной ножки циркуля к одной стенке тростника, а затем второй ножки к противоположной стенке и в такой позиции, не сжимая ножки циркуля, переносили его на шкалу линейки и записываем показатели.

При определении средних значений длины и внутреннего диаметра гнездовых полостей у изучаемых видов пчел, нами вычислялось: средняя арифметическая, ошибка репрезентативности средней арифметической, средне квадратичное отклонение, коэффициент вариации.

Средне арифметическую длины и диаметра всех гнезд рассчитывали по формуле (3.3):

$$X = \frac{min + max}{2}$$

где X – средне арифметическая длины и диаметра исследуемых гнезд

Средне квадратичное отклонение длины и диаметра всех гнезд рассчитывали по формуле (3.4):

$$\sigma = \sqrt{\frac{C}{n-1}}$$

где σ – средне квадратичное отклонение длины и диаметра гнезд

C – дисперсия квадратов отклонений длины и диаметра гнезд

n – число всей выборки

Дисперсию квадратов отклонений длины и диаметра гнезд рассчитывали по формуле (3.5)

$$C = \sum (\vartheta - \chi)^2$$

Где:

ϑ – значения длины и диаметра гнездовых полостей

χ – средняя арифметическая длины и диаметра гнездовых полостей

Ошибка репрезентативности средней арифметической длины и диаметра гнезд рассчитывали по формуле:

$$\theta = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Где:

θ – ошибка средней длины и диаметра гнездовых полостей

σ – среднее квадратичное отклонение длины и диаметра гнезд

n – число параметров всей выборки

Коэффициент вариации длины и диаметра всех гнезд рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\chi} \times 100\%$$

Где:

V – коэффициент вариации длины и диаметра гнездовых полостей

σ – среднее квадратичное отклонение длины и диаметра гнезд

χ – средне арифметическая длины и диаметра гнездовых полостей

В журнале учета, записываются все числовые параметры о каждой заселенной тростниковой трубке.

Для определяли соотношение полов в начале диапаузы (ноябрь) коконы извлекали из гнезд, очищали. Чистые коконы, взвешивали на электронных весах фирмы АН – 620СЕ с точностью 0,01 г, получили морфометрический параметр массы коконов самцов и самок. После чего определяли пол имаго в коконах путем вскрытия апикальной (выступающей) части кокона. После эти коконы с самцами (n=47) и самками (n=47) помещали в бумажные коробки. На коробки клеили этикетку с указанием вида пчёл, года получения коконов, места получения маточных коконов, пола имаго в коконах, их общего числа в коробке и отправляли на дальнейшее хранение в холодильную камеру. Кокон хранили при $t = +4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и влажности $43,8 \pm 0,6\%$. Для определяли соотношение полов применяли формулу:

$$\text{СП} = \frac{\text{Ч}\sigma}{\text{Ч}\varphi}$$

Где:

СП – соотношение полов;

$\text{Ч}\sigma$ – число самцов в гнездовых каналах;

$\text{Ч}\varphi$ – число самок в гнездовых каналах.

Для определяли соотношение полов с учетом параметров (диаметра, длины) гнездовых полостей измеряли внутренний диаметр тростниковой трубки и длину гнезда. Диаметр разбивали на 4 группы: 6 – 7 мм, 8–9 мм, 10–11 мм. Количественные данные обрабатывались в программе Microsoft Office Excel 2011. и Statistic 10.

В конце гнездостроительной активности пчел (вторая декада мая) наблюдали за преимагинальными фазами развития *O. cornuta* в тростниковых пучках. Для этого в заселенных трубках (n=8) малярным ножом скалывали верхнюю стенку тростника. Верхнюю стенку тростника не выбрасывали. Осматривали расплод. Когда был сплетен кокон, для визуальной оценки и

установления разницы между (П) – взрослой личинкой в коконе, и К – куколкой в коконах, и [♀, ♂] – имаго в коконах вскрывали кокон, аккуратно маленькими ножницами срезали апикальный (слегка выступающий) конус кокона. Фиксировали в журнале наблюдений стадии развития. Кокон укладывали в те же ячейки вскрытым конесом в направлении к входу из гнезда. После чего возвращали в исходное состояние ранее сколотую молярным ножом верхнюю стенку тростника. Вдоль образовавшихся двух щелей между сколотой верхней стенкой тростника приклеивали скотч.

Пока пчелы находились на личиночной стадии своего развития, мониторинг проводили через каждые 3 дня. По достижению пчелой стадии куколка в коконе наблюдение проводили через каждые 5 дней, а по достижению стадии имаго в коконах наблюдение прекращали.

Для получения данных нас интересовали такие показатели как: длительность стадии яйца; длительность стадии личинки младших возрастов (питающихся личинок); длительность стадии взрослая личинка (предкуколка); длительность стадии взрослой личинки в коконе; длительность стадии куколка в коконе и длительность стадии имаго в коконах. С учетом полученных результатов оценили общее время преимагинальных фаз развития пчёл.

Для оценки пригодности заселения гнездовых блоков самками рогатой осмии в конце сезона (ноябрь) заселенные гнездовые блоки (n=3) относили в лабораторию. Каждую желобчатую пластину нумеровали, ставили отметки верх и низ. Из гнездовых блоков выкручивали шурупы. Желобчатые гнездовые пластины аккуратно разъединяли. Измеряли длину гнездовых каналов (Приложение П). Схематически отмечали расположение заселённых и не заселённых гнездовых каналов. На схеме с заселёнными гнездовыми каналами указывали: число гнездовых ячеек; длину гнездовых ячеек; зараженные гнездовые ячейки; общее число коконов; массу коконов; пол имаго в коконах. При качественной оценке гнездовые каналы делили на две группы: шероховатые гнездовые каналы со сколами и древесной щепой; гладкие гнездовые каналы

без сколов и древесной щепы. При разборе каждого гнездового блока оценивали: общее число гнездовых каналов; общее число заселенных гнездовых каналов; число заселенных и не заселенных шероховатых гнездовых каналов со сколами и древесной щепой; число заселенных и незаселенных гладких гнездовых каналов без сколов и древесной щепы; процент заселения в шероховатых гнездовых каналах со сколами и древесной щепой; процент заселения в гладких гнездовых каналах без сколов и древесной щепы; общий процент заселения в гнездовом блоке. При установлении связи между наличием шероховатостей со сколами и древесной щепой в просвете гнездового канала на заселение гнездовых каналов самками *O. cornuta* выполняли ручные расчёты критерия χ^2 для таблиц 2×2 (Рокицкий П. Ф., 1973; Приложение Р). С учётом того, что изначально выборка была мала рассчитывали поправку Йейтса (Приложение Р).

Общий процент заселения в гнездовом блоке рассчитывали по формуле:

$$K = \frac{\alpha}{\beta} \times 100\%$$

Где:

α – общее число заселенных гнездовых каналов;

β – общее число гнездовых каналов.

Процент заселения в шероховатых гнездовых каналах со сколами и древесной щепой, а также процент заселения в гладких гнездовых каналах без сколов и древесной щепы считали по такому же принципу, что и общий процент заселения в гнездовом блоке.

3.1.3 Изучение биохимических показателей пчел *Osmia cornuta* обеспечивающих диапаузу

Для изучения каждого биохимического показателя формировали две группы самок осмии рогатой и две группы самцов. Перед проведением исследований первую группу самок *O. cornuta* в коконах ($n=30$) извлекали из холодильной камеры. Вторую группу самок ($n=30$) предварительно отлавливали на опытном участке вблизи улья и кратковременно охлаждали сначала при $+5^{\circ}\text{C}$

потом +4°C. Так же работали и с самцами. Для каждого физиологического состояния мы сформировали по одной пробе, состоящей из 30 пчёл. В этой связи полученное значение и его погрешность по тому или иному биохимическому параметру указывает на измерение одной пробы. Уровень влаги определяли термогравиметрическим методом. Дробили пчел. Измельченных пчел помещали во влагомер, установили температуру 105°C. Получали процент влаги на экране (Приложение Е).

Содержание сырого жира методом горячей экстракции под давлением. Для этого измельчали пчел, фиксировали массу навесок с дробленными пчелами, массу пустых фильтрационных пакетов для экстракции жира. Взвешивали на аналитических весах. Затем засыпали дробленных пчел в фильтрационные пакеты, запаивали их. На аналитических весах снова взвешивали запаянный с образцом фильтрационный пакет. Записывали массу заполненного фильтрационного пакета. Взвешенные запаянные с дробленными пчелами фильтрационные пакеты размещали в резервуар экстрактора ANCOM XT10 с гексаном с экспозицией 40 мин при 90°C (Приложение Ё). После процесса экстракции фильтрационные пакеты просушивали, взвешивали. Процент жира рассчитывали по формуле

$$\frac{W2 - W3}{W1} \times 100$$

W1—масса навески пробы с пчелами без картриджа;

W2—масса картриджа с пробой до экстракции, г;

W3— масса картриджа с пробой после экстракции, г.

Процедуру повторяли для самцов и самок как в период диапаузы пчел, так и после диапаузы. При проведении исследования опирались на ГОСТ-23042-2015 «Мясо и мясные продукты. Методы определения жира».

Азот методом Кьельдаля. Исследование состояло из трех этапов: разложение; дистилляция; титрование (Приложение Ж).

В стеклянные пробирки разместили пробы с измельченными пчелами, добавили серную кислоту (H₂SO₄) и катализатор. Пробирки с подготовленным

содержимым установили в блок разложения при температуре 350°C (содержимое обугливается и в конечном счете становится прозрачным и приобретает бирюзовый цвет). Остывшие пробирки с разложенными до азота образцами поочередно устанавливаем в UDK-159 где и производилась дистилляция и титрование. Анализатором в пробирку подавалась щёлочь (NaOH) для запуска реакции образования аммиака (NH₃), а так же пар для захвата аммиака. Внутри аппарата есть приемная колба с борной кислотой, которая принимает комплекс(пар+аммиак). Пар превращается обратно в воду, а аммиак реагируя с кислотой преобразуется в соль аммония. Здесь не происходит подсчет азота. Шприц титрователя в подготовленный раствор дозированно добавлял соляную кислоту (HCL), где кислота нейтрализовала соль аммония. Встроенный pH – метр контролировал изменения кислотности. После того как вся соль аммония прореагировала с серной кислотой изменялась кислотность. Титрователь фиксировал этот момент. Компьютер измерял сколько кислоты было израсходовано и считывал точную концентрацию кислоты, и сам считал концентрацию аммиака (азота). Процедуру повторяли для самцов и самок как в период диапаузы пчел, так и после диапаузы. При проведении исследования опирались на ГОСТ 13496.4-2019 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина».

Концентрации белка рассчитывали через измерение азота с применением стандартного коэффициента используемого для пересчета азота на белок в пищевых продуктах, кормах, биологических объектах (6,25).

3.1.4 Изучение уровня аминокислот в гемолимфе самок *O. cornuta*

Сформировали две группы осмии рогатой. Перед проведением исследований первую группу самок *O. cornuta* в коконах извлекали из холодильной камеры. Вторую группу предварительно отлавливали на опытном участке вблизи улья и кратковременно охлаждали сначала при +5°C потом +4°C. Первая группа: самки в состоянии диапаузы (n=36). Вторая группа самки после диапаузы (n=36). Для каждого физиологического состояния мы сформировали

по одной пробе, в которую добавляли собранную гемолимфу от 36 пчёл. В этой связи полученные значения концентраций аминокислот в гемолимфе пчёл указывает на измерение одной пробы.

Установление уровня аминокислот в гемолимфе самок *O. cornuta* в период диапаузы и после нее проводили с марта по май 2023 год на аминокислотном анализаторе Sykam S4300, методом ионообменной хроматографии. Опирались на ГОСТ 34132-2017 «Мясо и мясные продукты. Метод определения аминокислотного состава животного белка». Исследование состояло из пяти этапов: подготовки пробы; кислотного гидролиза; нейтрализации; подготовки нейтрализованного раствора для анализатора Sykam S4300; автоматического расчета концентраций аминокислот. В процессе подготовки проб на аналитических весах взвешивали пустой эппендорф, добавляли в него гемолимфу отобранную путем прокалывания спинного сосуда под вторым тергитом пчелы, после взвешивали данный эппендорф с гемолимфой. Рассчитывали массу гемолимфы. Масса гемолимфы первой группы, отобранной у 36 пчел рогатой осмии в состоянии диапаузы составляла 77 мг. Масса гемолимфы второй группы 36 пчел после диапаузы составляла 62 мг.

Гемолимфу первой группы пчел с эппендорфов перемещали во флаконы, добавляя 15 мл 6N HCl. Гемолимфу второй группы пчел с эппендорфов перемещали во флаконы, добавляя 12 мл 6N HCl. Объем кислоты выбирался с учетом того, что 1 мг белка содержит 0,3 – 1 μ моль аминокислот. К кислоте добавлялся 200 – кратный избыток. На практике соотношение составляло 1:200.

Гидролиз происходил в термошкафу при температуре 110°C в течении 24 часов. Флаконы охлаждали при комнатной температуре.

После гидролиза содержимое нейтрализовали. Под контролем pH-метра по каплям вводили щелочь 6N NaOH до нейтрального состояния (pH=2,2).

Нейтрализовав раствор, распределяли его в виолы. Виолы с раствором устанавливали в штатив анализатора. Запускали работу анализатора, который автоматически рассчитал концентрацию аминокислот в программном обеспечении со встроенными калибровочными кривыми.

Первоначальные концентрации аминокислот были получены в г/кг. Приняли решение перевести единицу измерения г/кг в мкмоль/л. Обосновали это решение по трем причинам. Первая причина связана с тем, что живой организм не функционирует с граммами молекул. Вторая причина, связана с общепринятым для всех естественнонаучных дисциплин переводом в международную систему единиц. Третья причина, связана с необходимостью сравнения полученных нами данных с результатами исследований учёных. В связи с возникшей необходимостью проводили пересчет г/кг в мкмоль/л по такой схеме:

1. В первую очередь написали химическую формулу нужной нам аминокислоты;

2. Затем приступили к расчетам молярной массы нужной нам аминокислоты по сумме атомных масс каждого химического элемента записанной ранее химической формулы аминокислоты. Значение получили в единицах г/моль; (атомную массу по каждому химическому элементу ранее записанной формулы аминокислоты искали в таблице Д. И. Менделеева)

3. Концентрацию нужной нам аминокислоты из г/кг в моль/кг переводили путем деления концентрации нужной нам аминокислоты (г/кг) на полученное значение ранее рассчитанной молярной массы (г/моль), на выходе получили значение концентрации с единицей измерения моль/кг.

4. Для перевода концентрации нужной нам аминокислоты из моль/кг в мкмоль/кг, полученное значение концентрации с единицей измерения моль/кг умножили на 10^6 ($1 \text{ моль} = 10^6 \text{ мкмоль}$) и получили значение концентрации аминокислоты в мкмоль/кг.

5. При переводе концентрации нужной нам аминокислоты из мкмоль/кг в мкмоль/л, использовали плотность воды (1 кг/л), так как не знали плотность гемолимфы пчел *O. cornuta*. Таким образом полученное значение концентрации нужной нам аминокислоты (мкмоль/кг) приблизительно было равно значению концентрации нужной нам аминокислоты (мкмоль/л).

Из-за того, что первый образец гемолимфы от 36 пчел, находящихся в состоянии диапаузы объединили в первый эпидорф, а также из-за того, что

второй образец гемолимфы от 36 пчел, вышедших из диапаузы, объединили во второй эпидорф мы получили усредненные значения аминокислот для каждой физиологической группы (группа в период диапаузы и группа после диапаузы). В этой связи полученные значения наших лабораторных исследований представлены в виде кратности измерений (во сколько раз).

Сравнительную оценку концентраций аминокислот самок осмии рогатой провели с концентрациями аминокислот *B. terrestris*. За основу были взяты данные у Г. Сампат и соавторов. (Sampat G., Kyoung C., Sangwon K., Chuleui J., 2017).

3.1.5 Изучение трофических связей

Изучение спектра кормовых растений *O. cornuta* проводили в период с 2018 по 2022 год в 2 стационарных пунктах Центрального Донбасса: приусадебный участок в г. Макеевка; приусадебный участок в г. Харцызске.

Основным методом исследования был визуальный учет питающихся на цветках кормовых растений особей осмии рогатой. При этом в случайном порядке выбирали отдельные экземпляры кормовых растений, на которых в течение 15–20 минутных наблюдений регистрировали встреченных пчел осмии рогатой, берущих нектар или пыльцу. Учеты проводили 3 раза в течение суток: утром (в интервале с 7 до 9 часов), в полдень (11–13 часов) и вечером (17–19 часов). Посещающих цветки самок и самцов осмии рогатой фиксировали цифровыми камерами.

С целью установления видовой принадлежности растений помимо наблюдений за посещением цветков растений проводили микроскопическое изучение пыльцы, заготавливаемой пчелами для питания личинок. Подготовка к микроскопическому изучению состояла из следующих этапов: забора проб пыльцы со скопы самок провиантирующих гнезда, забора пробы хлебца из гнезд *O. cornuta* в строящихся гнездовых ячейках и изготовлению временных препаратов пыльцы, взятых с хлебца и со скопы самок.

В начале исследований забор проб пыльцы осуществляли из строящегося гнезда в момент фуражировки гнездовой ячейки пчелой с применением кисточки. Кисточку вводили, после вылета самки, во внутреннюю полость гнездового канала. После чего кисточку с набранным образцом пыльцы извлекали из гнезда и стряхивали прилипшую пыльцу к ворсинкам кисточки над центром предметного стекла и препаровальной иглой равномерно распределяли пыльцу по стеклу (Амолин А. В., и др., 2023).

Однако в процессе полевых опытов от такой методики пришлось отказаться по трем причинам. Первая связана с тем, что при грубых вмешательствах кисточки в гнездовой канал хозяйка (самка) этого гнезда в последствии теряла к нему интерес и покидала его. Вторая причина заключалась в длительности забора образца пыльцы кисточкой и постоянной смене кисточек. Третья причина заключалась в том, что из-за глубины залегания провеантурируемой ячейки нам не всегда удавалось заметить отложенное яйцо на провизии и грубыми движениями кисточки уничтожали яйцо.

В этой связи для забора пыльцы из гнезда и изготовления временных препаратов в полевых опытах опирались на методику «отрезков липкой ленты» описанную С. П. Ивановым и Э. А. Ментазовой (Иванов С. П. и др., 2016)

Дождавшись прилета пчелы в гнездовую полость с собранной пыльцой на скопе, отрезками липкой ленты перекрывали гнездовой ход на $\frac{3}{4}$. При выходе пчелы из гнезда через образовавшееся пространство, остатки пыльцевых гранул со скопы пчелы осыпались и самостоятельно приклеивались на липкую ленту. После вылета пчелы из гнезда, липкую ленту отрывали с гнездового хода и сразу приклеивали на предметное стекло, подписывали (Л). Всего было изготовлено 15 временных микропрепаратов пыльцы кормовых растений, собранных из гнезд и скопы пчел. Видовую принадлежность пыльцевых зерен определяли при помощи, временных препаратов предварительно собранной эталонной коллекции, включающей образцы пыльцы растений, собранные на

исследуемой территории (приложение Н) и учебника Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина (Куприянова Л.А., Алешина Л.А., 1978).

3.1.6. Оценка завязываемости и урожайности плодов в миндальном саду.

Для оценки завязываемости на опытном и контрольном участках отбирали по 8 деревьев. Работали с каждым деревом по такой схеме: подходили к дереву; примечали ветку; на ней тщательно пересчитывали цветки; количество цветков записывали на агроволокне и в журнале наблюдений с дополнительной пометкой номера дерева и даты; подготовленное таким образом агроволокно до момента распускания цветков фиксировали на ветку.

После чего на этом же дереве выбирали вторую ветку с одинаковым количеством цветков, таким же, как и у ветки с агроволокном; на эту ветку привязывали (не впритык) цветную ленту. Число цветков на намеченной (без агроволокна) ветке фиксировали в журнал наблюдений. Таким образом на опытном участке сформировали 8 веток укрытых агроволокном и 8 веток без агроволокна, но с цветными лентами. На контрольном участке также формировали 8 веток укрытых агроволокном и 8 веток без агроволокна, но с цветными лентами.

Через две недели после того, как цветки миндаля отцвели проводили пересчет образовавшихся завязей (Приложение М). Полученные значения фиксировали в журнал наблюдений. **Расчет завязываемости** проводили по формуле:

$$З = \frac{\sum З}{\sum Ц} \times 100$$

Где:

З –число образовавшихся завязей на отмеченных ветках;

Ц –число цветков на отмеченных ветках.

В связи с утерей цветных лент на ранее выделенных ветках без агролокна, учет урожайности на этих ветках стал невозможен. Поэтому продолжили проводить учет урожайности не по веткам, а по деревьям. На опытном участке, так же как и на контрольном было 420 деревьев (Приложение Й).

Для оценки урожайности в конце полевого сезона (третья декада августа) с 27 деревьев опытного участка (1,2 га) собирали плоды миндаля. Полученные плоды не смешивали (собирали в разные мешки) (Приложение М). Мешки подписывали. На бирках писали № дерева; число собранных плодов; дату; место сбора плодов. С контрольного участка собрать плоды не удалось, в связи с их полным отсутствием на деревьях (n=37). В первой декаде сентября исследования продолжили в лаборатории. Каждую однокостянку извлекали из промаркированных мешков. Очищали от зеленой кожуры. Получали косточки.

Для оценки средней массы косточек, взвешивали (n=66) косточек на аналитических весах. После рассчитывали среднюю, стандартное отклонение и ошибку средней. В конце опыта получены такие показатели: средняя масса косточки; среднее количество плодов на дереве.

Расчёт урожайности проводили по формуле. Расчет проводили с учетом средней массы косточки; среднему количеству плодов на дереве и общему числу деревьев (420 деревьев) на опытном участке (1,2 га).

$$Y = \frac{D \times СП \times СМ}{100}$$

Где:

Y – урожайность (ц/га);

D – общему числу деревьев (420 деревьев) на опытном участке (1,2 га);

СП – среднее количество плодов на дереве;

СМ – средняя масса косточки (гр).

3.2. Методика изучения возможностей искусственного разведения *Osmia cornuta*

В начале сезона осуществляется монтаж искусственных гнездилищ в садах или на приусадебных участках, производится удаление зараженных коконов от различных вредителей, отправляются на зимовку коконы, из которых в

дальнейшем выйдет качественное потомство и будет использоваться для опыления различных культур, в условиях открытого грунта. Согласно схеме А. В. Амолина для увеличения численности качественного поколения рекомендуется соблюдать все этапы в разведении *O. cornuta* (Приложение А).

При разведении *O. cornuta* для нужд садоводства и тепличных хозяйств обычно используется технология разведения этих пчел, предложенная Б. С. Зинченко и В. М. Гукало—специалистами Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова. Эта технология предусматривает изготовление осмиевых ульев на базе отрезков сухих тростниковых стеблей. При этом применяют два типа ульев: маточные и рабочие (Гукало В. М., 1998а).

Рабочий улей – это деревянная коробка, имеющая размер 600х400х200 мм, задняя стенка которого состоит из картонного листа, покрытого полиэтиленовой пленкой, в середине конструкции могут располагаться собранные в пучки одноканальные или двуканальные отрезки сухих стеблей тростника, в одной такой модификации гнездилища может находиться от 1200–1500 гнездовых трубок. В. М. Гукало писал, что *O. cornuta* наиболее эффективно заселяет гнездовые каналы с длиной тростниковой трубочки 150–200 мм и диаметром 8,6–11,5 мм (Гукало В. М., 1998а).

Маточный улей – это конструкция с размерами корпуса 840×360×180 мм состоящая из четырех лотков размером 600×180×50 мм, служащие местом для коконов, в одном таком изделии возможно разместить 3–4 кг коконов рыжей осмии. В тепличных условиях, целесообразно использование специальные улья с размерами ящика 350х200х120 мм, горизонтально разделенную фанерной перегородкой на два сектора. В теплицах производится монтаж гнездилища на высоте 20–25 см от поверхности почвы и размещение изделия осуществляется на каждые 300–500 м² (Гукало В. М., 1998а).

3.2.1 Получение маточных гнезд методом искусственных гнездовых конструкций

Прежде чем приступить к апробации методики разведения и получения маточных гнезд осмии рогатой осенью и зимой проводили заготовку сухих стеблей тростника. Разрезали полученные стебли на одноканальные и двуканальные трубки. Трубки объединяли в пучки. Отбирали не треснутые, очищенные изнутри трубки. Каждый канал одноканальной трубки с одной стороны был закрыт междоузлием, а с другой открыт косым срезом. Двуканальная трубка разделялась междоузлием. У двуканальной трубки по обеим сторонам междоузлия в противоположные стороны открывалось по одному каналу. На начальном этапе, в первый опытный год (2016 г.) при получении маточных коконов за длиной и диаметром гнездовых полостей не следили.

Первый этап технологии разведения заключался в получении маточных коконов *O. cornuta* путем привлечения пчёл в гнезда-ловушки. Технология искусственного разведения базировалась на способности осмии рогатой отстраивать свои гнезда в пустых горизонтально ориентированных цилиндрических полостях. В этой связи в начале сезона, применяли искусственные гнездовые конструкции, изготовленные на базе тростниковых пучков: одно или двуканальных тростниковых пучков; тростниковых пучков собранных в ульи Фабра; многоэтажные гнездилища по модификации В. С. Гребенникова.

Выставлялись пустые гнезда-ловушки с момента начала летной активности пчел (третья декада марта–первая декада апреля), равномерно размещая их по территории опытных участков (Приложение Г).

В конце гнездостроительного периода гнезда убирали в прохладное место до момента разбора полученных гнезд.

3.2.2 Методика хранения коконов пчелы *Osmia cornuta*

При наступлении момента разбора полученных гнезд в условиях лаборатории извлекали маточные коконы, взвешивали коконы, разделяли по полу,

чистили, мыли в слабом водном растворе дезсредства, промывали под проточной водой, просушивали при комнатной температуре $24,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ и влажности $30,7 \pm 0,4\%$. После естественной просушки коконы помещали в бумажные коробки, подписывали, хранили в холодильной камере.

Для проверки оптимальных условий хранения коконов осмии рогатой, сформировали четыре группы. Первая группа: коконы ($n=16$) хранили в отапливаемом помещении при температуре $24,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ и влажности $30,7 \pm 0,4\%$. Вторая группа: коконы ($n=16$) хранили при постоянной температуре 5°C и влажности $41,5 \pm 0,4\%$. Третья группа: коконы ($n=94$) хранили при постоянной температуре 4°C и влажности $43,8 \pm 0,6\%$. Четвертая группа: коконы ($n=100$) хранили при постоянной температуре 4°C и влажности $43,8 \pm 0,6\%$. Для хранения коконов использовали холодильную камеру фирмы Samsung с системой No Frost. На дисплее холодильной камеры выставляли постоянные температурные режимы, дополнительно размещали термогигрометр. По термогигрометру контролировали влажность и температуру в холодильной камере. Мониторинг за состоянием пчел микроклиматом проводили один раз в неделю. Следили за температурой, влажностью, сроками выхода. Группы были сформированы в разные года.

Для установления числа вышедших пчел и активностью самцов и самок после выхода, принудительно извлекли третью группу коконов из холодильной камеры, поместили в естественные условия в момент зацветания первоцветов.

Число вышедших пчел оценивали путем пересчета каждого вскрытого мандибулами пчел кокона. Предварительно, на нелипкую сторону широкого скотча, маркером наносили нумерацию коконов и пол (σ или φ). На липкую сторону широкого скотча, в длину, через один сантиметр приклеивали коконы. По мере выхода пчел, номер на скотче перечеркивали, таким образом вели пересчёт (Приложение К).

При оценке активности самцов и самок осмии рогатой опирались на следующие качественные характеристики:

1. Состояние и расположение крыльев, хоботка, антенул, конечностей;
2. После выхода совершалось или не совершалось опорожнение кишечника;
3. Совершался или не совершался узнавательный облет ИГК и полет за кормом;
4. Способны ли пчелы фиксироваться на субстрате, способны ли передвигаться.

При характеристике «активно летающие» учитывали первый, второй, третий пункты. При характеристике «активные, но не летающие» учитывали первый, второй, четвертый пункты.

Для оценки **процента выхода пчел из искусственно созданных условий** применили формулу:

$$ОВ = \frac{АП}{ЗК} \times 100$$

Где:

ОВ—общий выход пчел из коконов;

АП—активные пчелы (активно летающие + активные, но не летающие);

ЗК— всего заложенных в опыт коконов.

Расчет вели как по самкам, так и по самцам.

3.2.3 Методика изучения гнездовых паразитов *Osmia cornuta*

Для изучения спектра хищников и паразитов *O. cornuta* на испытуемых участках устанавливались ульи Фабра и тростниковые пучки.

В лаборатории в конце сезона (ноябрь—январь) разбирали гнезда пчел на не заселенные и заселенные. В журнале наблюдений вели учет каждого полученного пчелиного гнезда. После чего приступали к изучению каждой заселенной гнездовой трубки. Для этого малярным ножом скалывали верхнюю стенку тростника, рисовали схему внутреннего строения вскрытых гнездовых полостей.

На схеме фиксировали расположение гнездовых ячеек, выделяли ярким маркером зараженные ячейки, указывали название вредителя и пересчитав

число вредителей записывали в зараженной ячейке (Приложение Д). Фотографировали гнездовой канал с зараженными ячейками.

В момент нахождения неизвестного вредителя проводили его пересчет, изъятие. Пересчитав, несколько экземпляров помещали в стеклянные пробирки, закрывали отверстие ватой, клеили наклейку с номером улья, номером гнезда, местом обнаружения образца, датой и временем.

Оставшуюся часть гнезд сжигали. При количественном анализе зараженных гнезд использовались следующие показатели: число зараженных гнездовых ячеек в гнездах, общая зараженность во всех гнездах, число конкретного паразита в зараженных гнездовых ячейках, коконах. (Кузичева Н. Н. и др. 2024).

Процент общей зараженности всех гнезд рассчитывается по формуле:

$$Z = \frac{\eta}{N} \times 100\%$$

Где:

η – число зараженных ячеек во всех гнездах

N – общее число ячеек во всех гнездах

Математическая обработка результатов производилась в программе Microsoft Office Excel 2010.

Вышеперечисленные меры предпринимаются для определения видового состава вредителей, которые губительным образом могут влиять на нормальное развитие пчелиной особи, на различных этапах преимагинального развития пчёл. Нормальные коконы чистили, складывали в коробки, маркировали, ставили в прохладном месте до следующего сезона.

4 БИОЛОГИЯ ГНЕЗДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПЧЕЛЫ *OSMIA CORNUTA*

4.1 Сезонная и суточная активность имаго

В условиях Донбасса, выход пчелы *O. cornuta* из гнезд происходит в первой декаде апреля. Первым маркером предстоящего выхода самцов осмии рогаатой из гнёзд является цветение первоцветов: пролеска сибирского *Scilla siberica* (Andrews, 1804), чистяка весеннего *Ficaria verna* Huds., хохлатки уполотненной (*Corydalis solida* (L.) Clairv.) на которых имаго питаются нектаром. С 2016 по 2019 год сезонная активность пчёл на территории Донбасса в среднем длилась $43,5 \pm 1,17$ дня (рисунок 2).

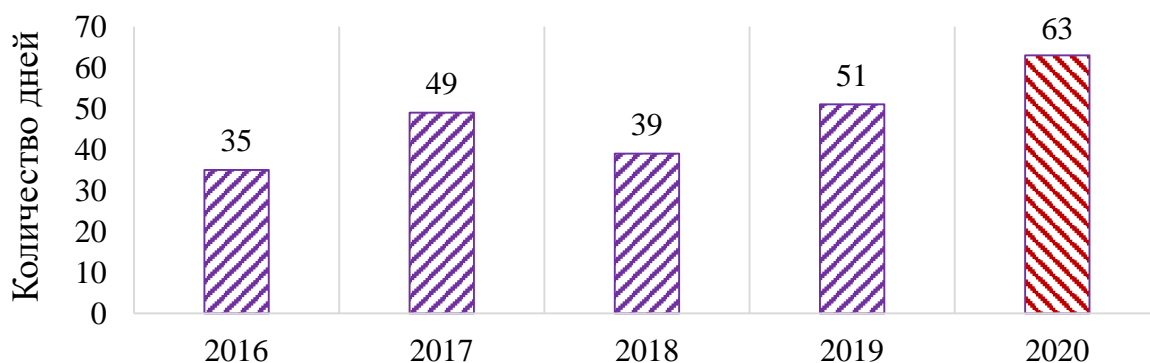


Рисунок 2 – Общее число дней сезонной активности *O. cornuta* в Донбассе

Исключением стали наблюдения 2020 г. проведенные в г. Донецке, где общий период лёта имаго составил 63 дня (41 день – ♂ и 43 дня – ♀) (рисунок 2, рисунок 3).

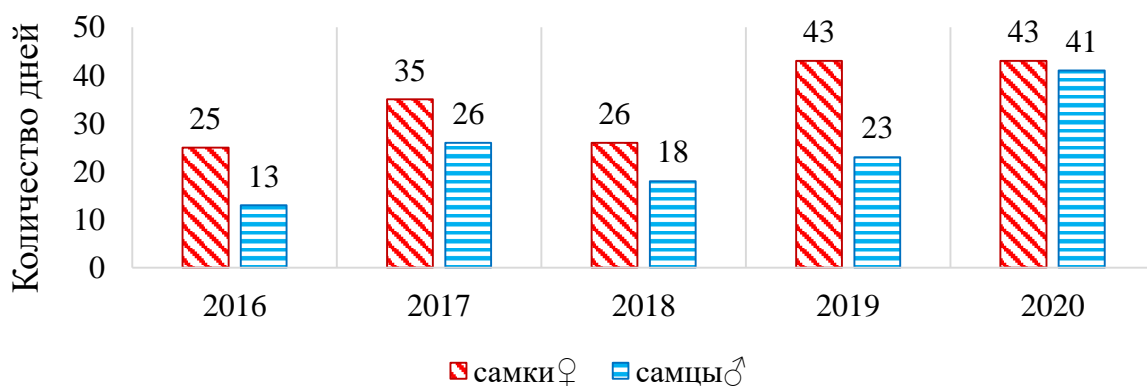


Рисунок 3 – Общее число дней сезонной активности самок и самцов *O. cornuta* в Донбассе

Лёт самок обычно более продолжителен и составляет в среднем $32,2 \pm 1,48$ дня (вторая декада апреля и вторая декада мая), а самцов – $20 \pm 1,27$ дней (первая декада апреля до конца второй декады апреля) (рисунок 3).

Однако отмечались два периода (2016, 2019) когда сезонные колебания температур приводили к смещению сроков начала и завершения лётной активности *O. cornuta*. Имаго в таких случаях начинали свой лёт с конца второй декады марта и завершали к концу второй декады мая. В подтверждение данного факта в 2019 году время вылета самцов осмии рогатой из гнезд, на стационарном приусадебном участке г. Харцызска, отмечали 19 марта. Тогда как обычно на примере 2018 году время лёта отмечали 1 апреля (рисунок 4).

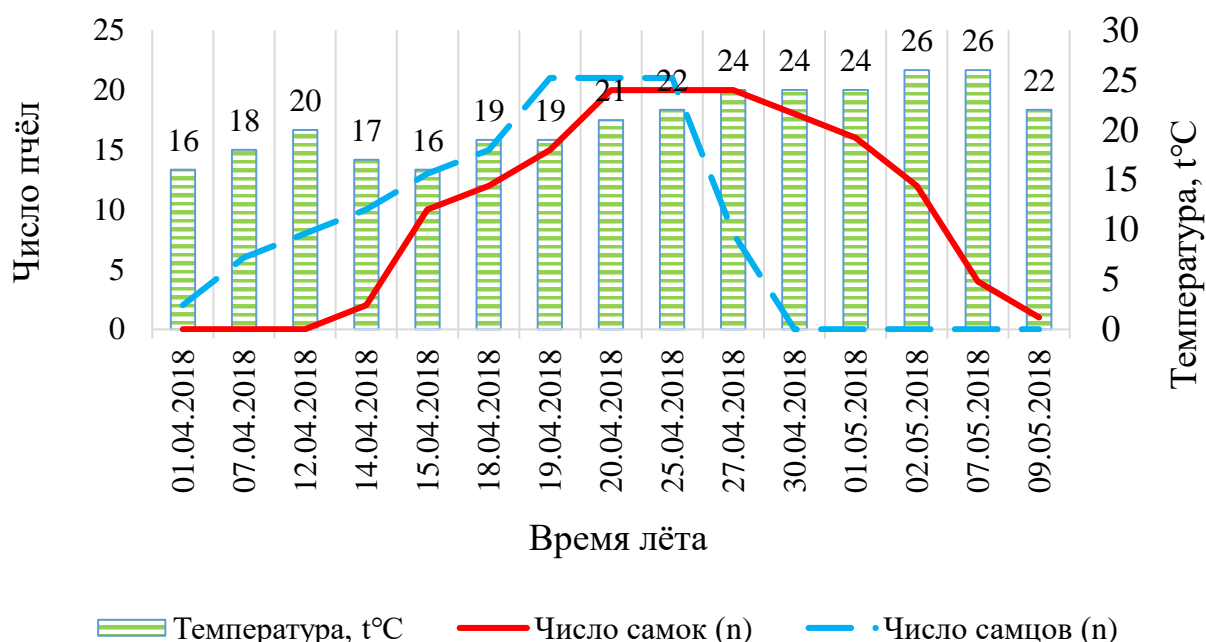


Рисунок 4 – Сезонная динамика численности *O. cornuta* г. Харцызска (2018 г.)

Самцы в среднем вылетают на $12,2 \pm 1,18$ дня раньше самок и летают до конца третьей декады апреля (рисунок 4). Выход самок приходится на вторую декаду апреля, в фенофазу розового бутона абрикос *Prunus armeniaca* L. Их фуражировочная и гнездостроительная активность заканчивается во второй декаде мая. В 2017 г. в центральном Донбассе среднемесячная температура апреля была на уровне $13,9 \pm 2,12$ °C. С 21.04 по 24.04 произошло похолодание

до $+2^{\circ}\text{C}$, что привело к резкому снижению лётной активности самцов и самок осмии рогатой (рисунок 5).

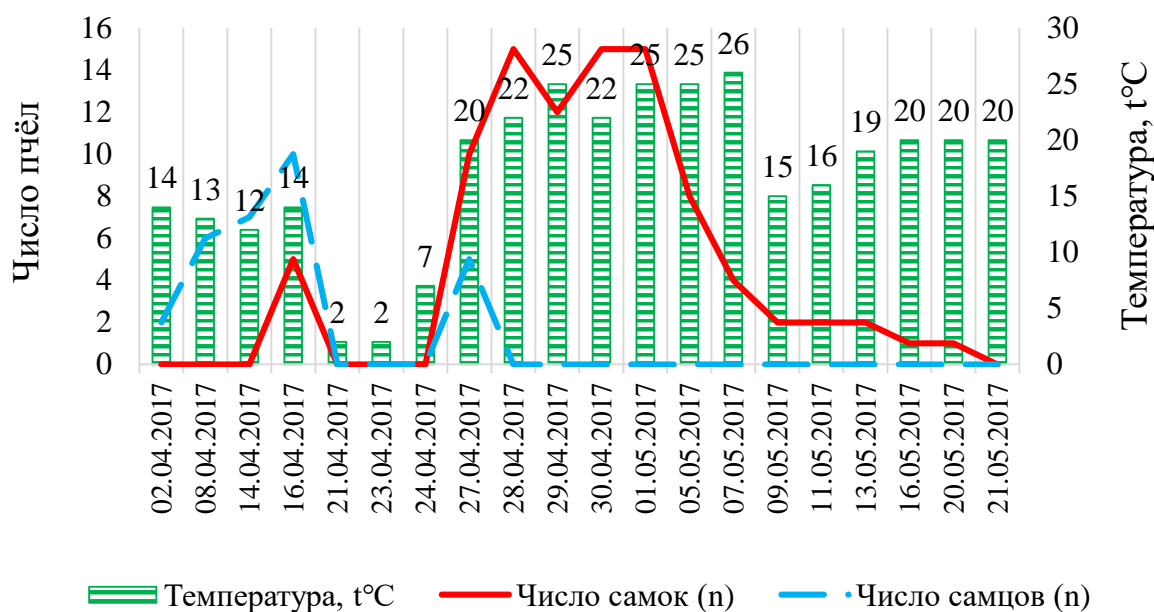


Рисунок 5 – Сезонная динамика численности *O. cornuta* в Центральном Донбассе (2017 г.)

Из чего следует, что температуры воздуха возможно оказала влияние на лётную активность имаго пчёл. В этой связи проверили H_0 гипотезу о том, что между температурой и числом активных самок нет связи и H_1 гипотезу что между температурой и числом активных самок есть связь. Из рисунка б видно, что выборка распределена ненормально, зависимость экспоненциальная.

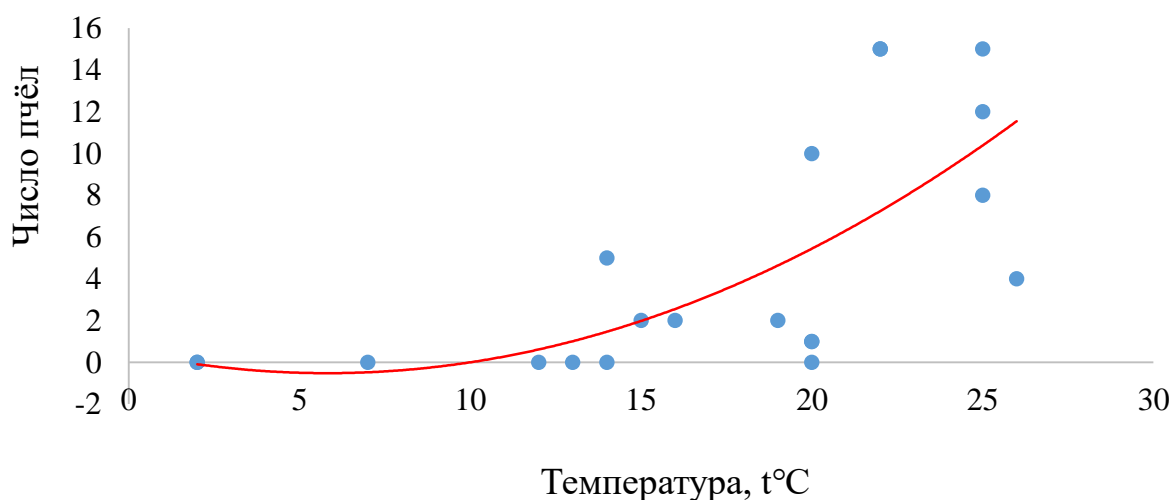


Рисунок 6 – Связь между температурой окружающей среды и числом активных самок *O. cornuta*

Для оценки взаимосвязи между переменными применили критерий ранговой корреляции Спирмана. Определили, что $r_s=0,9$ ($p \leq 0,05$) $r_{s \text{ крит}} = 0,4$, по шкале Чеддока $|r| \geq 0,9$. На основании полученных данных приняли альтернативную H_1 гипотезу, о том, что между температурой и числом активных самок есть связь и эта связь сильная. Таким образом можно предположить, что чем выше температура окружающей среды, тем выше активность самок *O. cornuta* и, следовательно, чем ниже температура окружающей среды, тем ниже активность имаго.

Стабилизация численности самок осмии рогатой на высоких значениях с 28.04 по 01.05, была сопряжена с их максимальной гнездостроительной активностью в этот период. Первый пик синхронности роста численности самцов и самок (16.04) связан с брачным поведением пчёл (рисунок 4).

Важно отметить, что активность самцов состоит из основных поведенческих компонентов: поиска нектароносных растений для питания и поиск самок для последующего спаривания. До начала цветения плодовых деревьев происходит брачный лёт самцов, который длится 3–4 дня. При этом имаго скапливаются около гнёзд, конкурируют между собой, дожидаются выхода самок и сразу спариваются. Спаривание прекращается, после того как самки начинают отстраивать свои гнезда.

Предположили, что сезонная активность рогатой осмии может изменяться в несвойственных для неё условиях (летом). В этой связи провели опыт по искусственному продлению диапаузы, длительностью 26 дней (с 19.06 по 14.07). Выявили, что все этапы сезонной динамики численности были сжаты по времени. При температуре $29,7 \pm 0,9$ ($28,7 \leq \mu \leq 30,7$) (95% ДИ, $n=4$) через 43 мин после изъятия маточных коконов из термосумки ($+4^\circ\text{C}$) в 13 часов вышло 3 самца, в 16 часов 2 самки. Из этого следует что сроки выхода самок после продления диапаузы, по сравнению с естественным выходом сокращается в 96 раза, с 12 дней (весна) до 3 часов (лето). Из этого можно предположить, что температура служить стрессовым фактором, провоцирующим усиление об-

менных процессов в организме пчёл. Возможно, в процессе продления диапаузы происходит критическое снижение влаги, жира, белка, азота в организме *O. cornuta*, и при воздействии высоких температур только ускоряет падение, что приводит к сокращению сроков выхода имаго самцов и самок рогатой осмии из коконов. Такие предположения основаны на биохимических исследованиях, проведенных нами весной (Кузичева, Маннапов, Жевнеров 2023) и нуждаются в дальнейших исследованиях.

Также было установлено, что на исследуемом участке с люцерной посевной *Medicago sativa* (Linnaeus, 1753) после продления диапаузы, сезонная динамика численности самцов и самок имела как общие, так и отличительные черты в сравнении с весенней (естественной) динамикой (рисунок 7).

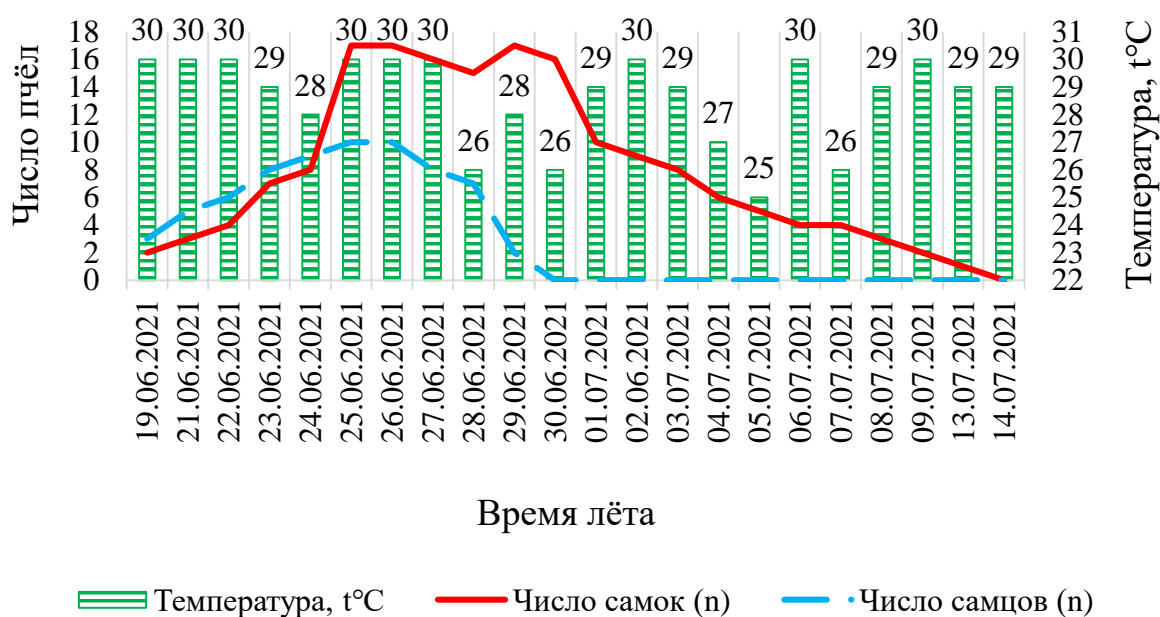


Рисунок 7 – Сезонная динамика численности *O. cornuta* на опытном участке *M. sativa* п. Кутейниково (июнь – июль 2021 год)

К общим чертам отнесены: синхронность роста численности самцов и самок рогатой осмии в начале сезона (с 19.06 по 24.06); число самцов в начале лета (21.06) выше по сравнению с самками; за сезон показатели численности самок задерживаются на своих максимальных значениях в период гнездостроительной активности (с 25.06 по 29.06), после чего число особей снижается и достигает нулевых значений (14.07) (рисунок 7).

К отличительным чертам: рост численности мужских и женских особей прекращается в один день (25.06); период активности самцов 10 дней, самок 25 дней. Снижение численности имаго самок после пиковых значений длится 14 дней, самцов 5 дней. Летом максимум сезонной активности самцов 2 дня (с 24.06 по 25.06), самок 4 дня (с 25.06 по 29.06).

После изучения особенностей сезонной динамики численности, интерес представляет исследование их суточной активности. Так в день наблюдения за самцами среднесуточная температура $16,7 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ ($10\text{--}22^{\circ}\text{C}$). С восходом солнца лёт самцов увеличивался постепенно. При этом поступательно росла температуры воздуха. В утренние часы при 10°C присутствует единичный лёт самцов, большинство особей не активно (сидят на гнёздах).

Поступательное нарастание активных особей происходит в диапазоне температур от 12 до 22°C , в среднем $17,6 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$. Пиковая активность ($n=50$) зафиксирована с 11 ч 25 мин по 12 ч 40 мин, при температуре 22°C . Снижение активности с 14 ч 40 мин до 18 ч 30 мин при температуре от 21 до 17°C (рисунок 8).

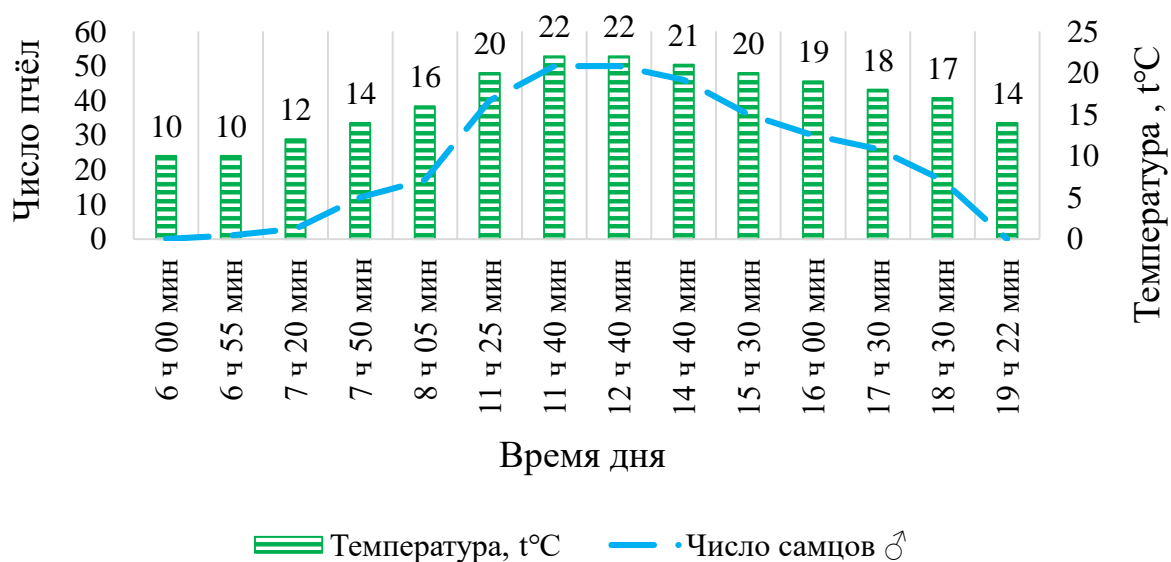


Рисунок 8 – Суточная активность самцов *O. cornuta* г. Харцызск, во время брачного поведения до появления самок (11.04.2019)

Из рисунка 8 видно, что активность самцов распределена по всей длине светового дня, завершается при заходе солнца (19 ч 22 мин) в независимости

от температуры воздуха. Из чего можно предположить, что уровень освещенности оказывает влияние на суточную активность имаго.

Суточная активность самцов и самок в течении светового дня образована одновершинной кривой с пиковыми значениями в дневные часы (включая полуденное время), со снижением по обе стороны центрального пика (рисунок 8; рисунок 9).

В день наблюдения за самками среднесуточная температура $17,1 \pm 1,6$ °C ($7-27$ °C), от 11 °C и ниже их лёт незначителен (1–4 особи). Активность регистрировалась в интервале от 13 °C до 27 °C (в среднем $22,1 \pm 1,7$ °C). Постепенное нарастание лётной активности самок достигло устойчивого уровня ($n=30$) при температуре 25 °C. Число активных самок *O. cornuta* ($n=30$) оставалось на постоянной отметке с 10 ч 32 мин до 12 ч 32 мин (2 часа), после чего начало снижаться при температуре от 12 до 24 °C, в среднем $16,3 \pm 1,7$ °C (рисунок 9).

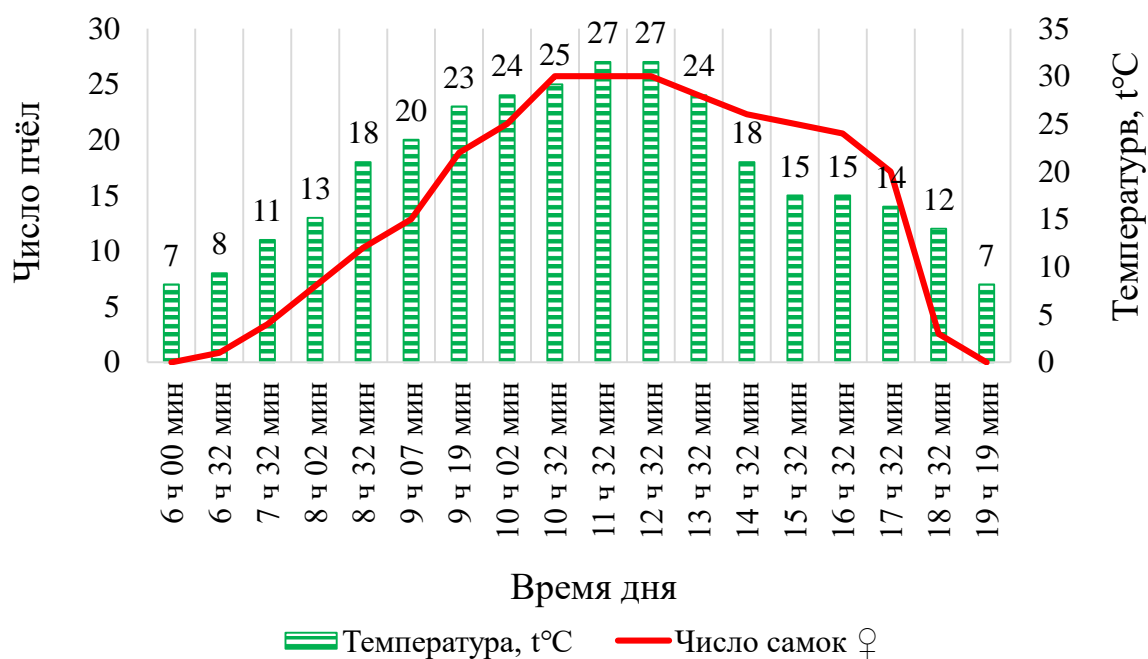


Рисунок 9 – Суточная активность самок *O. cornuta*, г. Харцызск (18.04.2020)

Во второй половине дня (с 14 ч 32 мин и до 17 ч 32 мин) в момент облачности, температура воздуха снизилась в 1,2 раза с 18 °C и до 15 °C (рисунок 9). Общие показатели активности сохраняли устойчивость 92,3%. Доля неактивных особей равнялась 7,7% (2 из 26). Что указывает на пониженную реакцию

при изменении температуры в 1,2 раза. Данный факт не повлиял на гнезδο-строительную активность осмии рогатой. Результаты наших наблюдений согласуются с данными А. М. А. Гауля о том, что температура воздуха не является фактором, определяющим окончание летной активности пчел во второй половине дня (Гауль А. М. А., 2018). После захода солнца (19 ч 19 мин) самки возвращались в свои гнезда (рисунок 9). Вернувшись в гнездовой канал, самки чистятся, а в недостроенных гнездовых ячейках уплотняют хлебцы.

Общая суточная активность самок ($n=30$) рогатой осмии 18.04.2020 г. при средней дневной температуре воздуха $17,1 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$, длилась 12 ч 47 мин, что от всего суточного времени составляет 51,9 % (рисунок 9).

В ходе многолетних наблюдений отмечались единичные случаи фуражировочной активности самок при слабом дожде. Кратковременное выпадение осадков в течение дня вызывает прекращение лётной активности самцов и самок рогатой осмии с последующим её восстановлением после прекращения дождя.

Необходимо выделить, длина светового дня во время лёта самцов и самок рогатой осмии, с каждым днем возрастает из чего можно предположить, что уровень освещенности оказывает влияние на активность пчел. Наши наблюдения согласуются с данными А. М. А. Гауля который отмечал, что длина дня увеличивается на 2,2 часа и существует порог освещенности в 75 лк, при котором *O. cornuta* возвращаются в гнёзда в вечернее время (Гауль А. М. А., 2018).

Кроме этих факторов большое значение имеет наличие или отсутствие ветра. Ветреная погода снижает лётную активность имаго. Установлено, что при скорости ветра от 6,75 до 10, 2 м/с лётная и гнезδοстроительная активность самок осмии рогатой заметно снижается.

Полученные весной данные о суточной активности осмии рогатой дали возможность сравнить активность самцов и самок этого вида пчёл летом. Общая продолжительность периода наблюдений 21 июня 2021 г составила 13 часов. Фиксировали данные с 10 часов и до 23 часов. Отсутствие сведений за

период с 6 часов до 9 часов связано с техническим ограничением доступа к опытному участку, что не повлияло на основные выводы. Так среднесуточная температура в пределах опытного участка составляла $27,9 \pm 1,0^\circ\text{C}$. Период лётной активности самцов и самок в течении суток составил 12 часов. Активность самок рогатой осмии ($n=16$) регистрировалась во второй половине дня в интервале от 22°C до 29°C , единичная ($1-4$ ♀) в первой половине дня в пределах 30°C , не активны от 31 до 32°C (рисунок 10).

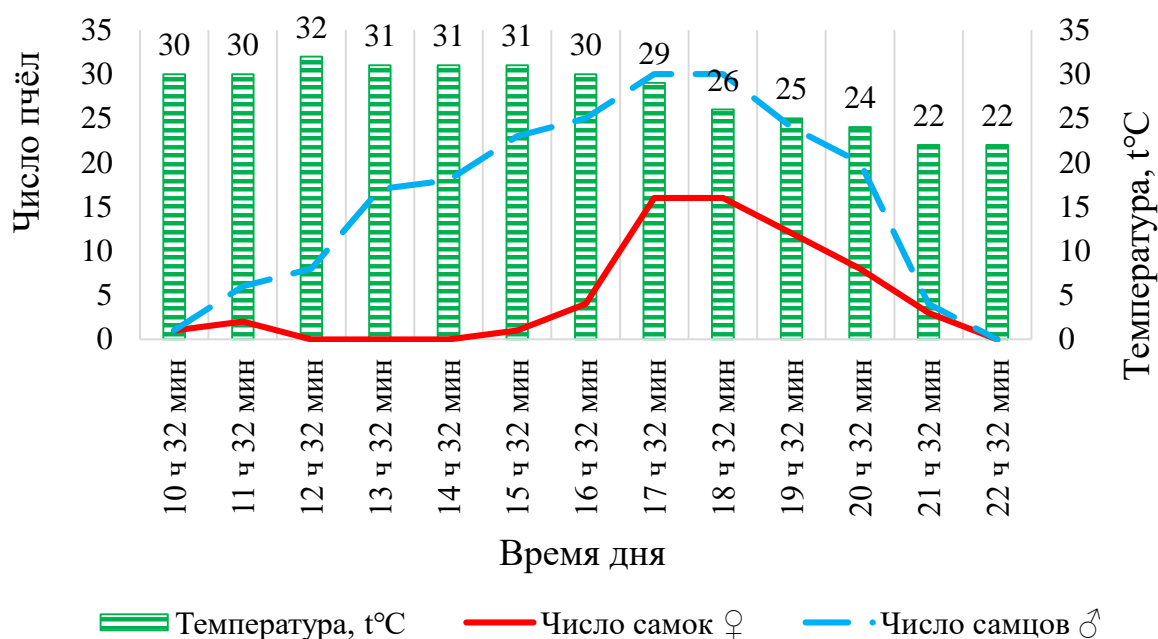


Рисунок 10 – Суточная динамика численности *O. cornuta* на опытном участке *M. sativa* п. Кутейниково (июнь–июль 2021 год)

Планомерное нарастание численности самок зафиксировано с 15 ч. 32 мин до 16 ч. 32 мин при снижении температуры с 31 до 29°C . Максимальная численность ($n=16$) отмечалась с 17 ч 32 мин до 18 ч 32 мин. В течении 1 часа плато, с постоянным числом активных самок ($n=16$), стабилизировалось при переходе температур от 29 до 26°C (в среднем $27,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$) в 1,1 раза. Активность снижалась с 19 ч 32 мин до 21 ч 32 мин при температуре от 25 до 22°C в среднем $23,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$. Наиболее благоприятным температурным диапазоном для суточной активности самок *O. cornuta* в летний период времени являются $22-29^\circ\text{C}$. Самки менее активны летом при температуре от 31 до 32°C (рисунок 10).

Динамика численности самцов постепенно нарастала с 10 ч 32 мин. до 16 ч. 32 мин., достигнув максимальных значений ($n=30$) с 17 ч 32 мин до 18 ч 32 мин при температуре от 26 до 29°C (в среднем $27,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$). Их максимальная активность была синхронной с самками и продлилась 1 час. Снижение отмечалось с 19 ч. 32 мин до 21 ч. 32 мин (рисунок 10).

Из этого следует, что летом максимальный пик активности самцов и самок *O. cornuta* в течении суток совпадает, периоды нарастания численности имаго в дневное время, отличаются.

Таким образом, суточная активность самцов и самок осмии рогатой в типичной среде (весна) и не типичной среде (лето) отображается в виде одновершинной колоколообразной кривой. В весенний период кривая в течении суток распределяется равномерно, с максимальным ростом численности особей в полуденные часы, в летний период со смещением во вторую половину дня.

Весной стабилизация численности активных самок на максимальных значениях длится 2 часа, летом 1 час. У самцов, весной и летом плато активности продолжается 1 час.

4.2 Гнездостроительная и фуражирующая активность

Входе наблюдений в условиях приусадебных участков подтвержден факт поиска мест гнездования исследуемого вида пчел не только в искусственных гнездовых конструкциях, но и в естественных субстратах различной этиологии: деревянных балках крыш, в щелях стен, заборов и т.д.

Предпочитают гнездиться вблизи интенсивно заселяемых гнездовых конструкций. После спаривания самка осмии рогатой приступает к поиску подходящей гнездовой полости, тем самым совершая осмотр каждого гнездового канала. Отыскав подходящий канал чистит его после чего приступает к строительству гнездовых перегородок в гнезде, провеантированию ячеек и откладке яиц. При формировании провизии самка предпочитает собирать пыльцу с цветков плодовых деревьев. За сезон отстраивают от 2 до 3 гнезд.

Полученные значения по числу отстроенных гнезд рогатой осмией нуждаются в дальнейших более продолжительных исследованиях на больших выборках.

В процессе решения задачи по изучению фуражировочной активности пчел установили, что средняя скорость посещения цветков яблони самками *O. cornuta* (n=19) составляет $1,03 \pm 0,6$ сек, полученное значение согласуется с результатами исследований А. В. Амолина. По его данным, цветки черешни самка *O. cornuta* в среднем посещает за 1 секунду (Амолин А. В., и др., 2021). По данным А. М. А. Гауля фуражировочная активность самок осмии рогатой на цветках в течении дня составляет 7 часов (Гауль А. М. А., 2019). В течении дня по данным А. В. Амолина в момент активного цветения плодовых деревьев гнездование осмии рогатой длится 12 часов (Амолин А. В., и др 2021). Процесс строительства и фуражировки гнезда пчелой осмией приостанавливается в дождливую погоду или при резком снижении среднесуточных температуры. Фуражировочная и гнездостроительная активность самок не прекращается в пасмурную погоду, что подтверждается данными А. В. Амолина (Амолин А. В. И др. 2021).

При исследовании гнездостроительной активности пчелы велось непрерывно 6 часовое наблюдение при температуре от +18°C до +23°C. При формировании первой, положенной у основания ячейки, земляной перегородки пчела затратила 1 час. На формирование провизии (хлебца) 4 часа. При формировании второй, закрывающей, земляной перегородки пчела затратила 1 час. Было установлено, что на строительство одной ячейки одна пчела затрачивала 6 часов. Полученные данные нуждаются в дальнейших более продолжительных исследованиях на больших выборках.

Эффективность опыления цветков энтомофильных растений возможно связана с морфологическими особенностями и количественными признаками лабиума пчёл. Морфологических особенностей лабио-максиллярного комплекса самок *O. cornuta* изучены недостаточно.

В этой связи установили, что средняя длина лабио-максиллярного комплекса самок рогатой осмии составляла $8,6 \pm 0,2$ мм; ментума (mentum) $0,9 \pm 0,02$

мкм; прементума (prementum) $2,4 \pm 0,05$ мм и язычка (glossa) $5,3 \pm 0,1$ мм. Хоботок занимает наибольшую часть в лабио-максилярном комплексе, наименьшую ментум (рисунок 11) (Кузичева Н. Н., 2022).

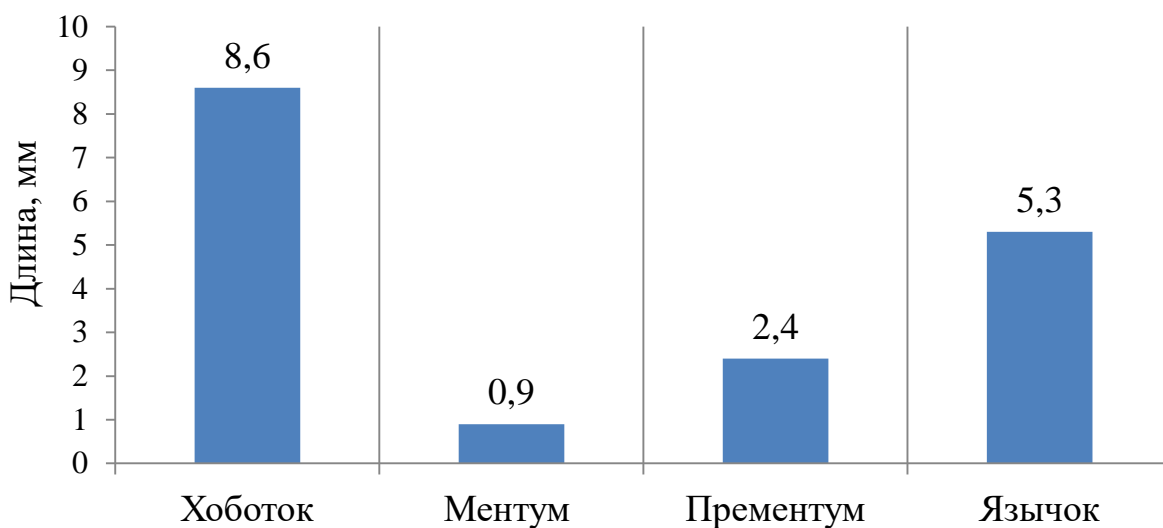


Рисунок 11 – Средние величины лабио-максилярного комплекса самки *O. cornuta* (Кузичева Н. Н., 2022)

Максимальная длина всего лабио-максилярного аппарата составила 9,6 мм, а минимальная 7,2 мм. Максимальная длина язычка составляла 6,2 мм, минимальная 4,1 мм (Рисунок 12) (Кузичева Н. Н., 2022).

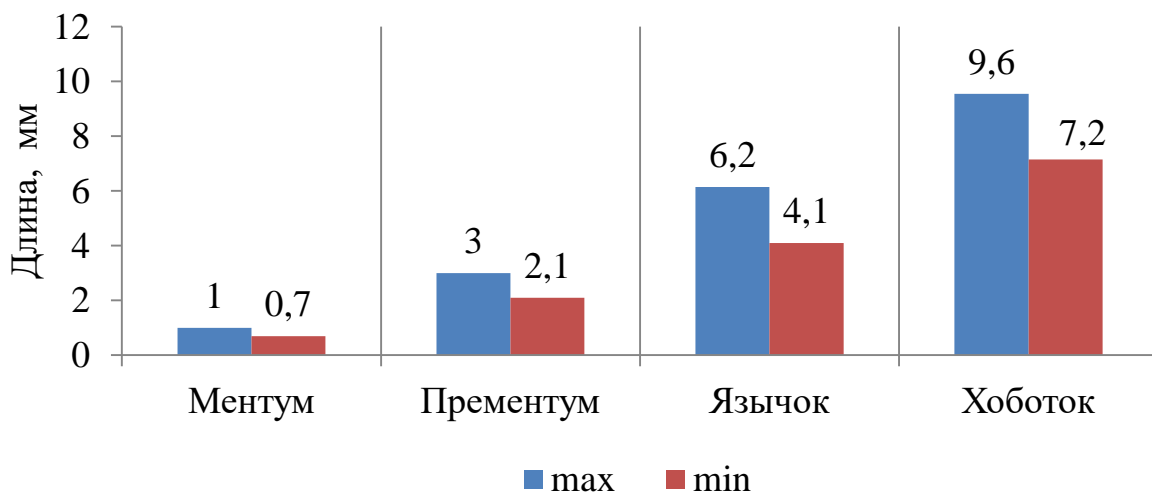


Рисунок 12 – Максимальная и минимальная длина лабио-максилярного комплекса самки *O. cornuta* (2022 г.) (Кузичева Н. Н., 2022)

Из таблицы 1 видно, что совокупность исследуемой выборки ($n=30$) однородна.

Таблица 1 – Морфологические признаки лабио-максиллярного комплекса самок *O. cornuta* (n=30) (Кузичева Н. Н., 2022)

Наименование отделов	C_v , %	S	σ^2	Me	Mo
Хоботок	10%	0,87	0,77	9,07	9,1
Язычок (glossa)	14%	0,76	0,582	5,52	4,1
Прементум (prementum)	8%	0,20	0,041	2,45	2,5
Ментум (mentum)	10%	0,09	0,009	0,9	1

В сравнении с хоботками *A. mellifera caucasica*, *A. mellifera mellifera* и *A. mellifera carpatica* хоботок *O. cornuta* самый длинный, что подтверждено средним значением длины $8,6 \pm 0,2$ мм (рисунок 13) (Кузичева Н. Н., 2022).

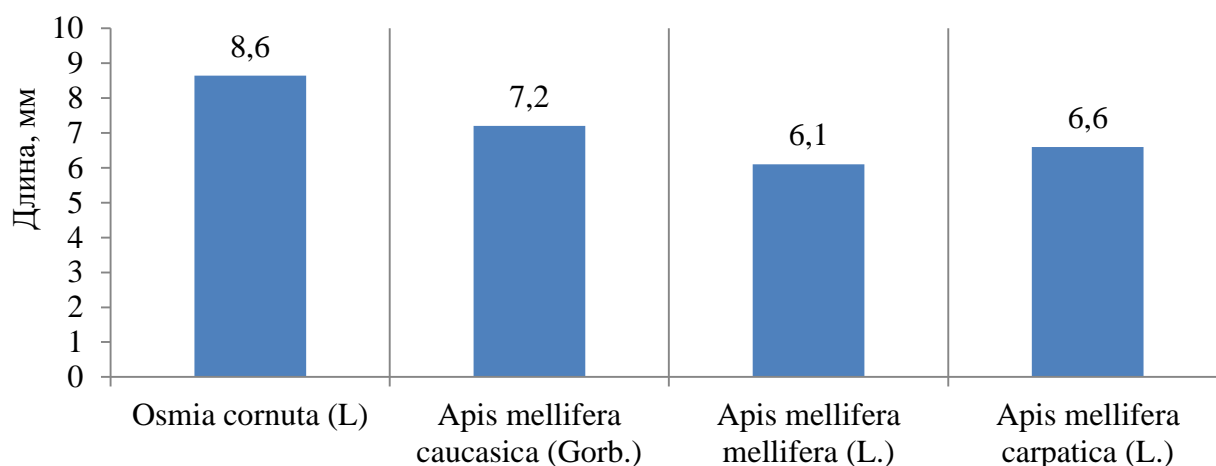


Рисунок 13 – Средние величины лабио - максиллярных комплексов пчел по данным Г. А. Аветисяна (Аветисян Г. А., 2013)

Так же было замечено, что в зоне прилегания к прементуму, у *O. cornuta* ментум шире, у *A. mellifera* ментум тоньше.

На основании полученных данных можем предположить, что рогатая осмия может посещать цветки с глубоко расположенными нектарниками различных энтомофильных растений.

4.3 Строение и состав гнезд

После анализа гнезд, можно с легкостью охарактеризовать общий план строения гнезд *O. cornuta*, на примере вскрытой тростниковой трубки. В гнездовом канале замечен факт, непрерывно (линейно) расположенного ряда ячеек, разделенного земляными перегородками, вестибюлем и гнездовой пробкой (рисунок 14).

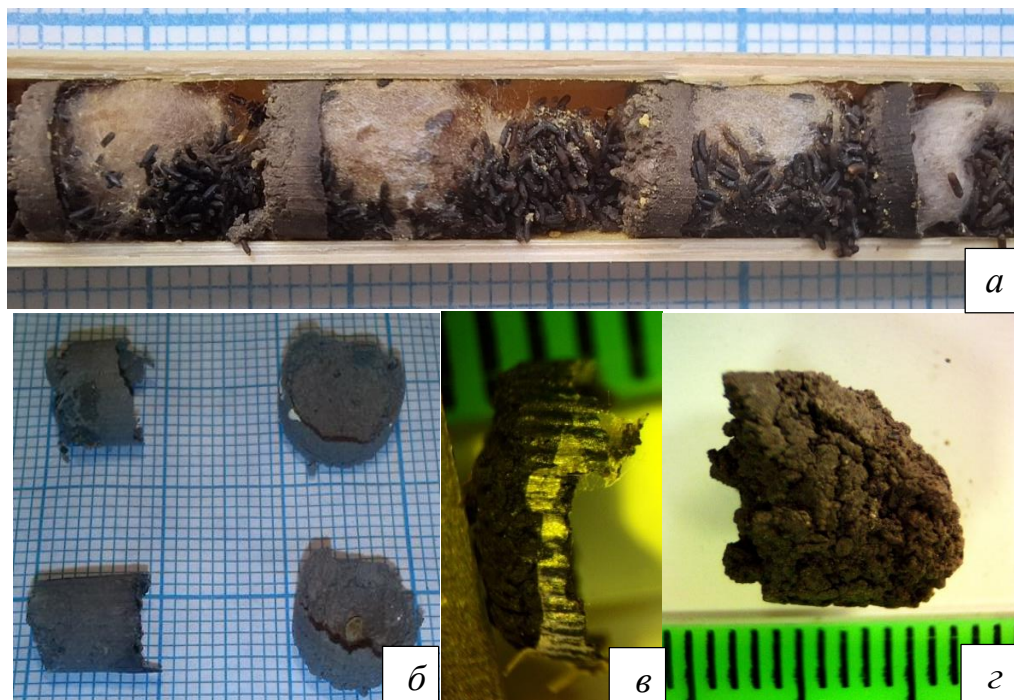


Рисунок 14 – Вскрытое гнездо *O. cornuta* с деталями его строения

а – линейный ряд ячеек в гнездовом канале; *б* – земляные перегородки, образующие дно гнезда; *в* – перегородки между ячейками; *г* – земляная пробка, закрывающая вход гнездового канала.

Самки осмии рогатой при формировании перегородок, в качестве основного материала используют влажную землю. Основной структурной единицей перегородки является влажный грязевой комок, который *O. cornuta* своим ротовым формирует из земли и отбирает её на хорошо освещенных и влажным участках почвы.

Дно первой ячейки, во вскрытой тростниковой трубке, начинается с перегородки, эта перегородка гладкая, с внутренней стороны ячейки вогнута, в виде «полусферы», толщиной от 1 до 8 мм (рисунок 14б). Далее следуют одинарные или двойные (промежуточные), дискообразные со слабой вогнутостью

перегородки, последние в свою очередь состоят из двух половинок, крепко соединенных между собой, одна ровная и шершавая, вторая вогнутая с гладкой поверхностью внутри вогнутости. Толщина промежуточных одинарных перегородок варьирует от 1 до 2 мм (рисунок 14в). В значительном числе гнездовых полостей можно встретить свободное от ячеек пространство, «вестибюль». После вестибюля последняя перегородка вместе с земляной пробкой закрывает отверстие гнездового канала в трубке (вход в гнездо), толщина земляной пробки варьирует в пределах от 7 до 12 мм (рисунок 14з).

4.3.1 Основные структурные элементы гнезда

Основной единицей гнездового канала является ячейка, окруженная с обеих сторон земляными перегородками, в центре гнездовой ячейки *O. cornuta* komponует из пыльцы провизию (хлебец), подготавливая питательную базу для будущей личинки, после чего на хлебец откладывает яйцо, оставляет незначительное пространство внутри ячейки и закрывает перегородкой ход в ячейку, далее на протяжении определенного периода времени в ячейке происходит преимагинальное развитие пчелиной особи. В гнездовом канале, хлебцы начальных ячеек больше последних.

Питательная кормовая база «хлебцы», служат местом откладки пчелиных яиц и местом питания в процессе развития особи на разных стадиях ее жизненного цикла (рисунок 15).



Рисунок 15 – Отрезок вскрытой тростниковой трубки № 8 с провизией (гнездо №7 30 мая 2017 год)

В гнездовых ячейках, проходит преимагинальное развитие отдельной особи пчелы. Боковыми стенками ячеек у пчел – осмий являются стенки гнездовой полости, т.е. стенки тростниковой трубки, в которой отстроено гнездо. Гнездовые ячейки рогатой осмии имеют цилиндрическую форму и ограничены с передней и задней стороны специальными крышечками (гнездовыми перегородками), сделанными из земли.

Число ячеек в гнездах варьирует в диапазоне от 1 до 17, в среднем $9,4 \pm 0,3$ мм (95% ДИ: 8,9–9,8; $n=268$). Стандартное отклонение 3,9, медиана 10 (рисунок 16а). Коэффициент вариации 41%. При проверке гипотезы о нормальности распределения применили тест Шапиро–Уилка. Распределение значений числа ячеек статистически значимо отклонялось от нормального ($W=0,97$; $p<.001$). Важно отметить, в процессе исследований на опытном участке г. Харцызска параметры гнездовых каналов целенаправленно не стандартизировали и размещали в одной точке опытного участка, ближайшие кормовые растения находились в радиусе от 5 до 20 м.

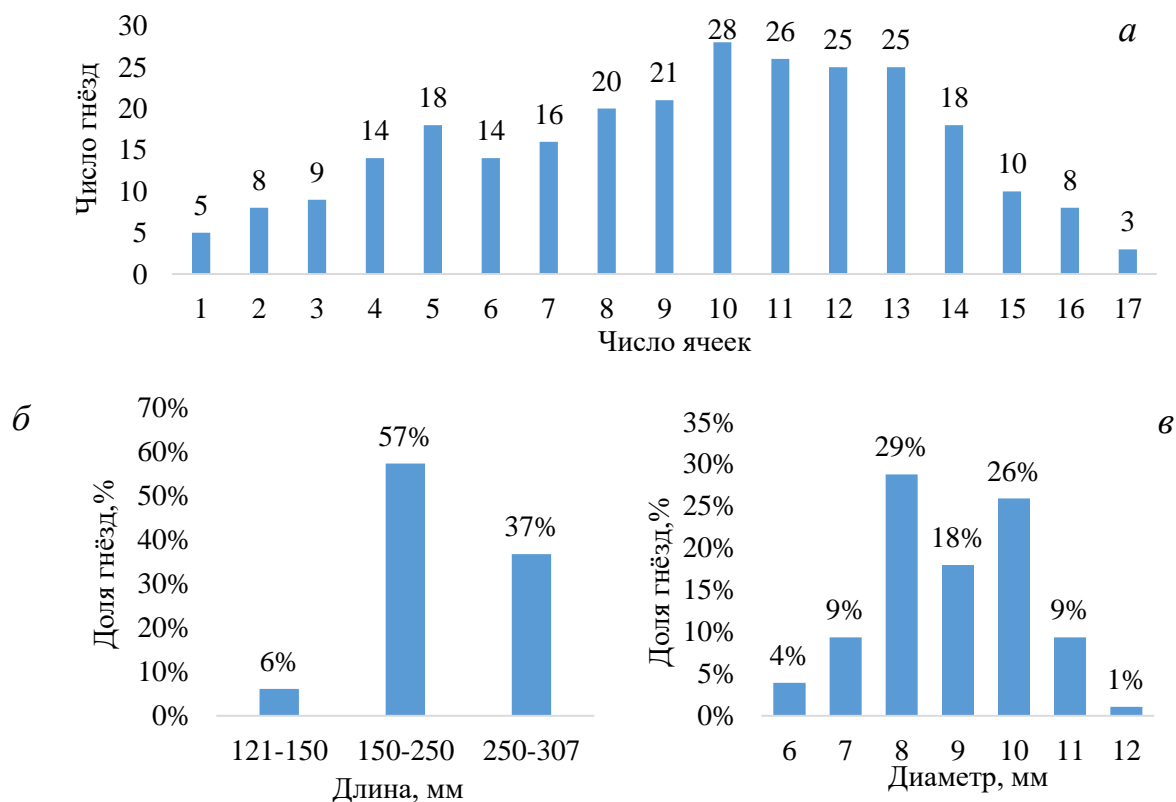


Рисунок 16 – Гистограммы распределения гнёзд *O. cornuta* (г. Харцызск) а – по числу ячеек; б – по длине полости гнездовой трубки; в – по диаметру внутренней полости гнездовой трубки.

Длина гнездового канала изменялась от 121 до 307 мм, в среднем $228,5 \pm 0,2$ мм (95% ДИ: 223,5–233,6; $n=268$). Стандартное отклонение 42,0. Медиана 238. Самки селились в гнездах длиной от 121 до 150 (6%); от 250 до 307 (37%). В 50 % самки гнездились в гнездовых каналах длиной от 150 до 250 мм (рисунок 16б). Коэффициент вариации 18%. Полученные нами значения согласуются с результатами исследований Джоди Бош, в котором он указывает что самки осмии рогатой предпочитают гнездиться в гнездовых каналах длиной от 150 до 210 мм (Bosh J., 1994b).

При проверке гипотезы о нормальности распределения применили тест Шапиро–Уилка. Распределение значений длины гнезд статистически значимо отклонялся от нормального ($W=0,95$; $p < .001$). Для проверки связи между длиной гнездового канала и числом ячеек в них применен коэффициент Спирмана. После расчета выявили ($r_s=0,09$; $p < 0,05$) отсутствие статистически значимой связи между длиной гнезда и числом ячеек в нем. В этой связи можем предположить, что длина гнездового канала не влияет на число ячеек в гнезде.

Диаметр внутренней полости гнезд изменялся в пределах от 6 до 12 мм, в среднем $8,8 \pm 0,4$ мм (95% ДИ: 8,7–9,0; $n=268$). Стандартное отклонение 1,3. Медиана 9 мм. Самки селились в гнездах диаметром 6,7,8,9,10,11,12 мм. Наибольший процент заселения получили в гнездовых полостях диаметром от 8 мм до 10 мм (рисунок 16в). Коэффициент вариации 15%. При проверке гипотезы о нормальности распределения применили тест Шапиро–Уилка. Распределение значения диаметра внутренней полости статистически значимо отклонялось от нормального ($W=0,93$; $p < .001$). Полученные результаты обосновывают возможность стандартизации параметров гнездовой полости под предпочтения *O. cornuta*.

Коэффициенты вариации длины ($C_v=18\%$) и внутреннего диаметра гнездовой полости ($C_v=15\%$) свидетельствуют о постоянстве признаков, тогда как коэффициент вариации числа ячеек в гнёздах осмии рогатой ($C_v=41\%$) о гибкости признака. Для проверки гипотезы о наличии положительной связи

между внутренним диаметром гнездовой полости и числом ячеек провели корреляционный анализ. Рассчитав коэффициент Спирмана выявили ($r_s=0,31$; $p<0,05$), что между внутренним диаметром гнездовой полости и числом ячеек есть статистически значимая положительная но слабая связь. В этой связи можем предположить, что при увеличении внутреннего диаметра гнездовой полости увеличивается и число ячеек, но сила этой связи незначительна. На число ячеек могут оказывать влияние и другие факторы. Что требует дополнительного изучения взаимосвязи между числом ячеек и расстоянием к кормовым растениям и влиянии биотических факторов на число ячеек в гнездах.

4.3.2 Соотношение полов в гнездах

Соотношения полов в гнездах осмии рогатой изучали по выборке г. Донецка 2024 года (рисунок 17; таблица 2). По всей выборке на одну самку пришлось 0,8 самцов ($1♀:0,8♂$).

Таблица 2 – Параметры исследуемых гнёзд выборки г. Донецка

Показатель	n	SE	min–max	ДИ 95%	Me	Cv, %
Длина гнезда, мм	66	215,9±5,3	117–315	205,3–226,5	220	20
Внутренний диаметр гнезда, мм	66	8,7±0,2	5,0–12,0	8,3–9,1	9	17

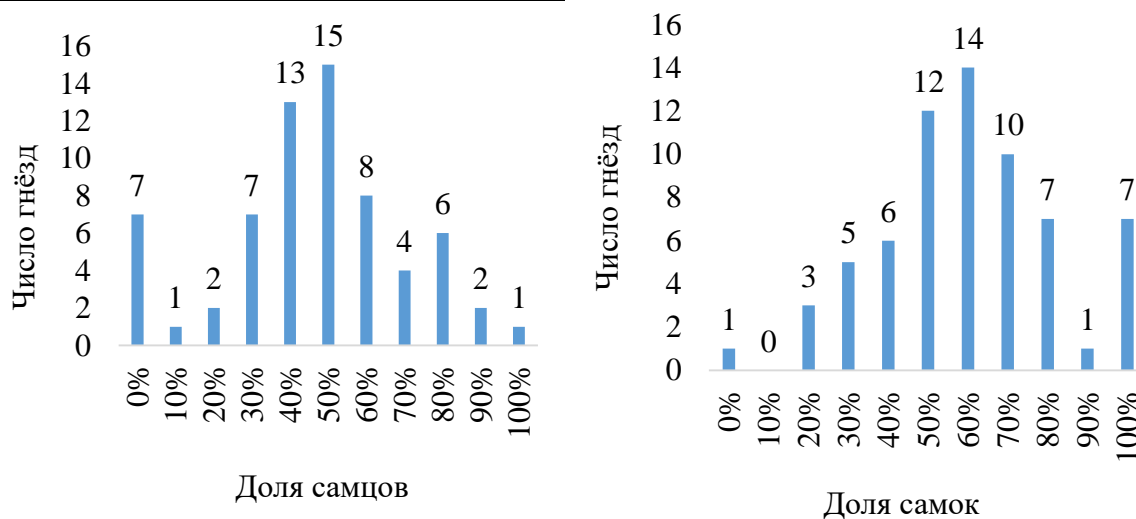


Рисунок 17 – Доля самцов и самок в гнездах *O. cornuta* (г. Донецк)

Для проверки нормальности распределения внутреннего диаметра и длины гнездовых полостей применили тест Шапиро–Уилка. Распределение диаметра внутренней полости статистически значимо отклонялось от нормального ($W=0,96$; $p < 0,038$). Распределение длины гнездового канала статистически значимо не отклонялось от нормального ($W=0,98$; $p < 0,42$). Наибольшее число самцов на одну самку пришлось на гнезда с внутренним диаметром от 6 до 7 мм и длиной от 110 до 150 мм (рисунок 18).

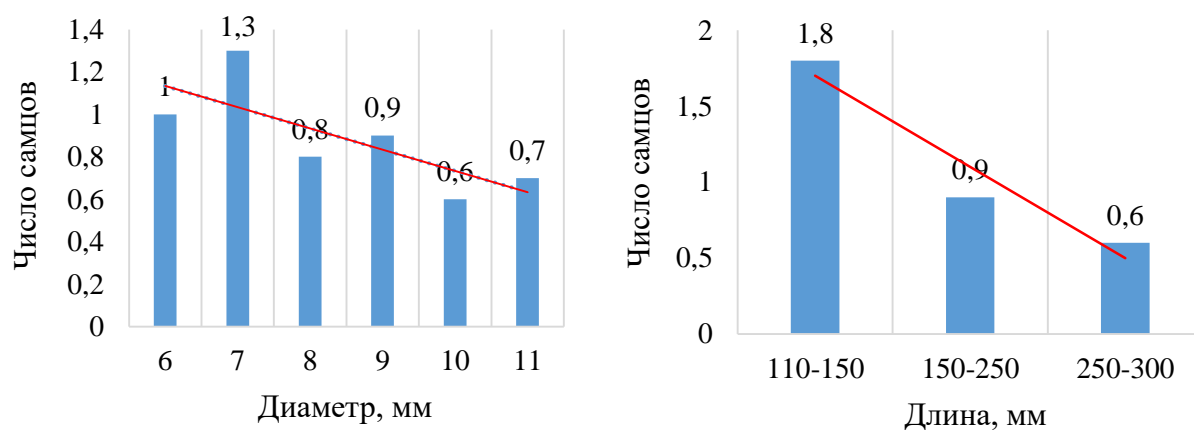


Рисунок 18 – Распределение числа самцов на одну самку в гнездовых полостях разного диаметра и длины.

В результате проведенного корреляционного анализа по Спирману была выявлена ($r_s = -0,144$; $p < 0,05$) статистически значимая, обратная, с учётом шкалы Чеддока, слабая связь между внутренним диаметром гнездовых полостей и соотношением полов в гнездах *O. cornuta* (рисунок 19).

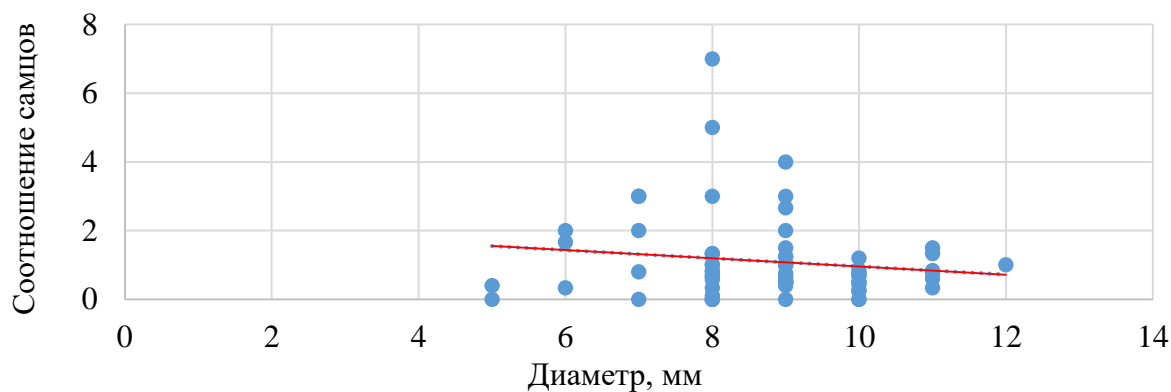


Рисунок 19 – Связь между внутренним диаметром гнездовой полости и числом самцов, приходящихся на одну самку *O. cornuta*.

В этой связи можно предположить, что с увеличением внутреннего диаметра гнездовой полости доля самок возрастает.

В ходе многолетних наблюдений замечены случаи, когда в коротких гнездах преобладают самцы и могут совершенно отсутствовать самки. Для проверки соответствия данного факта применили корреляционный анализ Спирмана. Между длиной гнездовых полостей и числом самцов в гнездах *O. cornuta* выявлена ($r_s = -0,06$; $p < 0,05$) статистически значимая, обратная, а с учётом шкалы Чеддока очень слабая связь. (рисунок 20, а).

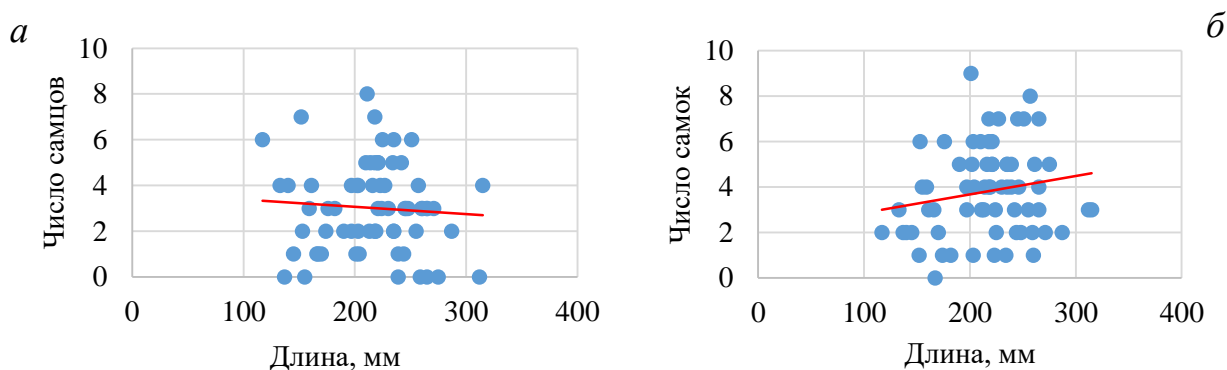


Рисунок 20 – Связь между длиной гнездовых полостей и числом самцов и самок в гнездах.

Между длиной гнездовых полостей и числом самок в гнездах *O. cornuta* установлена ($r_s = 0,146$; $p < 0,05$) статистически значимая, с учётом шкалы Чеддока, слабая связь. (рисунок 12, б) У самок линия тренда более выражена.

Данный факт требует дальнейшего исследования, однако, на наш взгляд такая зависимость может быть связана не только с параметрами гнездовых полостей, но и с размерами самой материнской особи, размерами её репродуктивной системы, размерами самца с которым спаривается самка, количеством сперматозоидов в его репродуктивной системе.

В этой связи мы начали с изучения количественных характеристик овоцитов самок осмии рогатой, их количества и длины. Анализ репродуктивной системы самок осмии рогатой показал, что в её половая система состоит из двух яичников, в каждом из яичников по три овариолы. Таким образом в половой системе самок всего 6 овариол. В каждом из которых находятся ооциты на разных стадиях оогенеза. В одной из шести овариол формировался один

зрелый овоцит, за ним ооциты вителогенной и превителогенной стадий развития. В оставшихся пяти овариолах развиваются ооциты вителогенной стадии разного уровня зрелости, что свидетельствует о несинхронном формировании терминальных ооцитов. Размеры ооцитов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Размерный диапазон ооцитов *O. cornuta*.

Вид пчелы	Стадии развития	Уровень зрелости ооцита	n	min–max	Длина, мкм
<i>O. cornuta</i>	Вителлогенез	Терминальный	32	1320–1600	1460,6±18,5
		Поздний	38	1020–1320	1117,9±13,1
		Средний	34	500–980	728,8±20,5
		Ранний	102	100–480	251,6±9,5
	Превителлогенез		22	60–80	75,4±1,8

Текущая плодовитость одной самки составляла 1 зрелый ооцит. Оценивая текущую плодовитость, мы опирались на два показателя: число ооцитов достигших максимальную длину, и локализацию у основания овариол.

Потенциальную плодовитость рассчитывали по сумме терминальных и поздних ооцитов. На момент исследования потенциальная плодовитость составила $7,7 \pm 1,1$ ооцитов. Таким образом мы получили текущую потенциальную плодовитость, что близко к полученным данным плодовитости J. Bosch и соавтора $8,5 \pm 0,9$ (Bosch J., Vicens N., 2006). Тогда как фактическая плодовитость ($n=30$) составила $19,9 \pm 1,2$ яиц.

4.4 Развитие преимагинальных фаз

Основной единицей гнездового канала является ячейка, спереди и сзади окружена земляными перегородками, в центре гнездовой ячейки самка *O. cornuta* komponует из пыльцы провизию (хлебец), подготавливая питательную базу для будущей личинки. На хлебец откладывает яйцо. Подтверждено, что в хорионе яйца происходит развитие личинки первого возраста (Радченко В. Г., Песенко Ю. А., 1994; Мокеева Т. Н., 2007). Через 3–5 дней вторая личиночная стадия сменяет первую, в этот период личинка питается хлебцом.

Входе наблюдений в естественных условиях (весной) установили, что на выход и спаривание имаго самцов и самок было затрачено 8 дней. Самки рогатой осмии начинали откладывать яйца во второй декады апреля и прекращали ко второй декаде мая. Общий период откладки яиц длился 30 дней. Развитие личинок младших возрастов длилось 33 дня. Взрослые личинки (предкуколки) развивались 28 дней. Взрослые личинки в коконах – 40 дней. Куколки в коконах – 28 дней. К началу второй декады августа сформировались имаго в коконах. Превращения от яйца до куколки в коконах занимал от 115 до 120 дней (таблица 4). Таким образом имаго в коконах можно извлекать из гнезд с первой декады сентября.

Таблица 4 – Фенограмма развития пчелы *O. cornuta* в Центральном Донбассе

Март			Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь Март
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
[♀,♂]	♂		♂	♂	♂													
			♀	♀	♀	♀	♀											
				Я	Я	Я	Я											
					Л	Л	Л	Л										
								Пк	Пк	Пк								
								(П)	(П)	(П)	(П)							
												К	К	К				
															[♀,♂]	[♀,♂]	[♀,♂]	

Примечание. ♂ – имаго (самец); ♀ – имаго (самка); Я – яйцо; Л – личинки младших возрастов (питающиеся личинки); Пк – взрослая личинка (предкуколка); (П) – взрослая личинка в коконе; К – куколка в коконах; [♀, ♂] – имаго в коконе.

При искусственном продлении диапаузы (летом) установили, что на выход и спаривание имаго самцов и самок было затрачено 2 дня. Самки рогатой осмии начинали откладывать яйца после спаривания и прекращали ко второй декаде июля. Процесс откладки яиц длился 21 день. Развитие личинок младших возрастов длилось 23 дня. Взрослые личинки (предкуколки) развивались 17 дней. Взрослые личинки в коконах – 20 дней. Куколки в коконах – 18 дней.

К концу второй декады сентября сформировались имаго в коконах. Таким образом период превращения от яйца до куколки в коконах занимал от 84 до 93 дней (таблица 5).

Таблица 5 – Фенограмма развития пчелы *O. cornuta* с искусственно продленной диапаузой п. Кутейниково

Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь – Март		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		[♀, ♂]												
		♀, ♂												
			♀	♀										
		Я	Я	Я										
				Л	Л									
						Пк	Пк							
							(П)	(П)						
									К	К				
											[♀, ♂]	[♀, ♂]	[♀, ♂]	[♀, ♂]

Примечание. ♂ – имаго (самец); ♀ – имаго (самка); Я – яйцо; Л – личинки младших возрастов (питающиеся личинки); Пк – взрослая личинка (предкуколка); (П) – взрослая личинка в коконе; К – куколка в коконах; [♀, ♂] – имаго в коконе.

Зимует, изучаемый вид пчелы, в коконах на стадии имаго, находясь в летне-осенней, осенне-зимней диапаузе. В ходе опыта подтверждено, что *O. cornuta* является моновольтинным видом, у неё не происходило выхода второго поколения в летний период.

После исследования сроков преимагинальных фаз развития пчел мы оценивали морфометрические особенности коконов пчёл.

При визуальной оценке коконы самок больше коконов самцов (рисунок 21). Определено, коконы самок рогатой осмии в 1,78 раза (78,5%) тяжелее коконов самцов. Для установления отсутствия или наличия связи между массой коконов и полом пчёл, применили коэффициент ранговой корреляции Спир-

мана. Полученный коэффициент был больше (r_s) 0.863, чем критическое значение (0.432), достоверно при $p \leq 0,01$. Поэтому приняли альтернативную гипотезу о том, что между полом и массой коконов самцов и самок *O. cornuta* есть связь, и эта связь сильная (рисунок 21) (Кузичева Н. Н., Маннапов А. Г., 2025).



Рисунок 21 – Коконы самок и самцов *O. cornuta*

Максимальная масса коконов самок в начале диапаузы составляла 258 мг, тогда как в конце диапаузы 206 мг. Максимальная масса коконов самцов в начале диапаузы 149 мг, в конце диапаузы 142 мг (рисунок 22).

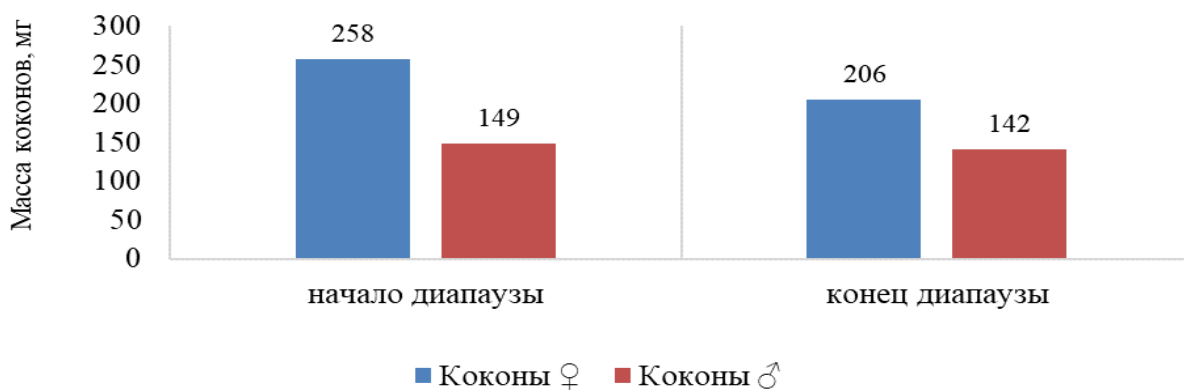


Рисунок 22 – Максимальная масса коконов ♀ и ♂ *O. cornuta* в начале и конце диапаузы

Минимальная масса коконов самок в начале диапаузы составляла 132 мг, в конце диапаузы 109 мг. Минимальная масса коконов самцов в начале диапаузы 66 мг, в конце диапаузы 35 мг (рисунок 23) (Кузичева Н. Н., Маннапов А. Г., 2025).

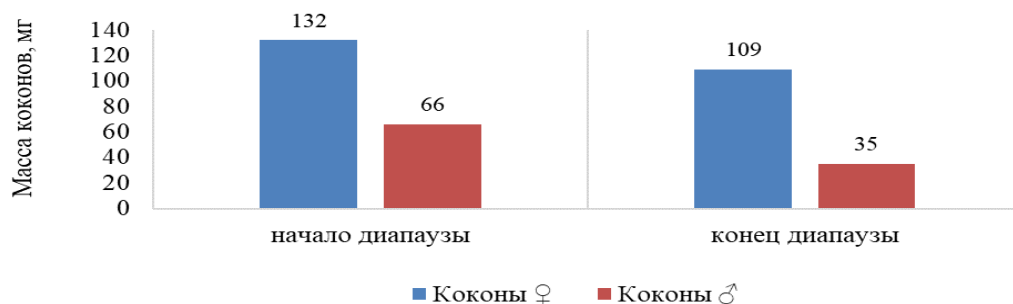


Рисунок 23 – Минимальная масса коконов ♀ и ♂ *O. cornuta* в начале и конце диапаузы

Максимальная масса коконов самцов в начале диапаузы (рисунок 22), превышала минимальную массу самок (рисунок 23). Из-за подобных особенностей в гнездах осмии рогатой нарушению соответствия «масса – пол», то есть стирались границы между массой у полов, что подтверждено в работе С. П. Иванова и М. А. Кобецкой (Иванов С. П., Кобецкая М. А., 2011а). В этой связи при сортировке коконов по полу в промышленных масштабах рекомендуем отбирать коконы самцов и самок со средней массой (рисунок 24).

Средняя масса коконов самок в начале диапаузы составляла $195 \pm 3,4$ мг, $C_v=12\%$, в конце диапаузы $157 \pm 2,3$ мг, $C_v=14\%$. Средняя масса коконов самцов в начале диапаузы $105 \pm 2,2$ мг, $C_v=15\%$, в конце диапаузы $89 \pm 1,2$ мг $C_v=24\%$. В начале диапаузы масса навески коконов самок ($n=47$) весила 9177 мг (9,2 г), коконов самцов ($n=47$) 4912 мг (4,9 г). В конце диапаузы масса навески коконов самок ($n=47$) весила 7392 мг (7,4 г), коконов самцов ($n=47$) 4061 мг (4,1 г) (рисунок 24) (Кузичева Н. Н., Маннапов А. Г., 2025).

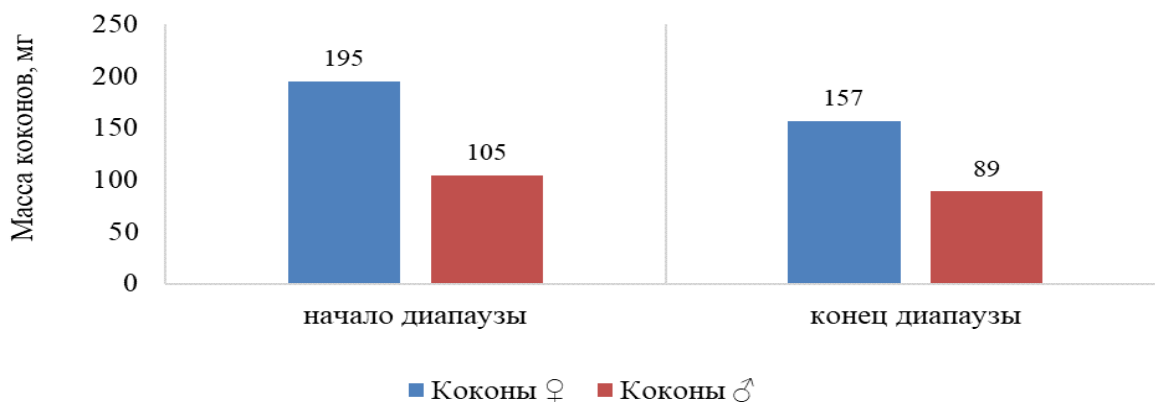


Рисунок 24 – Средняя масса коконов ♀ и ♂ *O. cornuta* в начале и конце диапаузы

Таким образом в ходе исследований отмечали тенденцию снижения массы коконов к концу диапаузы, как у самок, так и у самцов *O. cornuta*. Масса коконов самок уменьшалась на 19,6%, самцов 17,6%.

Для проведения исследований по изучению возможности хранения коконов в искусственных условиях, было сформировано четыре группы имаго самцов и самок рогатой осмии в коконах, результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Хранение коконов самцов и самок *O. cornuta*

№ группы	Период хранения	n	Микроклимат		Выход	Примечание
			t, °C	Влажность, %		
1	Октябрь – Январь (2019–2020)	16 <hr/> 8♂; 8♀	24,7±0,3 (22–27)	30,7±0,4 (28–32)	11 <hr/> 5♂; 6♀	Хранили в отапливаемом помещении. Пчелы вышли. Часть активно летали. Вторая часть была активна, но не летала. Спаривания не было.
2	Октябрь – Март (2021–2022)	16 <hr/> 8♂; 8♀	+5	41,5±0,4 (38–44)	13 <hr/> 6♂; 7♀	Хранили в холодильной камере. Температура постоянная. Преждевременный выход <i>O. cornuta</i> из коконов (прямо в холодильнике). Третья декада марта.

3	Октябрь – Апрель (2022–2023)	94 <hr/> 47♂; 47♀	+4	43,8±0,6 (40–55)	89 <hr/> 44♂; 45♀	Хранили в холодильной камере. Температура постоянная. Кокконы принудительно достали из холодильной камеры в апреле для оценки выхода и летной активности имаго пчёл. Колебания влажности в указанных пределах оказалась допустимыми.
4	Октябрь – Июнь (2022–2023)	100 <hr/> 50♂; 50♀	+4	43,8±0,6 (40–55)	76 <hr/> 33♂; 43♀	Хранили в холодильной камере. Температура постоянная. Самопроизвольный (неконтролируемый) выход произошел 29 июня. Колебания влажности в указанных пределах

						оказалась допу- стимыми.
--	--	--	--	--	--	-----------------------------

В начале сезона (апрель), для оценки выхода и летной активности группы № 3 после искусственных условий хранения, принудительно извлекли коконы ($n=94$) из холодильной камеры (47♂ ; 47♀).

После чего было установлено, что из диапаузы вышло 93,6% самцов (44 шт), из диапаузы не вышло 6,5% самцов (3 шт) (рисунок 25б). Активными, но не летающими 6,8% самцов (3шт). Активными и летающими было 93,2% самцов (41шт.).

Тогда как, из диапаузы вышло 95,7% самок (45шт.), не вышедшими из диапаузы 4,3% (2 шт.) (рисунок 25а). Активными, но не летающими 2,2% (1шт.). Активно летающими было 97,7% самок (44 шт).

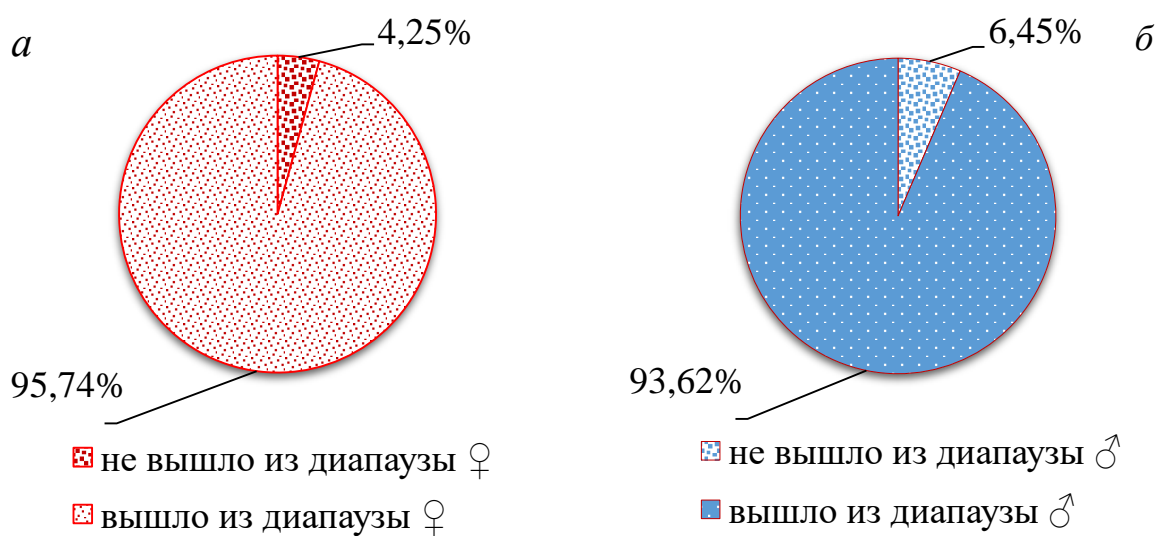


Рисунок 25 – Процент выхода самок (а) и самцов *O. cornuta* (б) из диапаузы

На основании полученных данных, по нашему мнению, для опыления ранневесенних, весенних и раннелетних энтомофильных культур открытого грунта коконы самцов и самок *O. cornuta* целесообразно хранить при постоянной температуре $+4\text{ °C}$ и влажности $43,8\pm 0,6\%$.

4.4.1 Биохимические показатели пчел *Osmia cornuta* обеспечивающие диапаузу

Диапауза у изучаемого вида пчел происходит в соответствии с годовыми ритмами, связанными со сменой сезонов. Для того чтобы выяснить как организм пчел на биохимическом уровне отвечает на диапаузу и выход из диапаузы мы провели исследование по оценке уровня влаги, жира, азота, белка.

В ходе опыта установлено, что процент влаги в период диапаузы у самок рогатой осмии составил $50,3 \pm 1,7\%$, а у самцов $40,6 \pm 1,3\%$. Тогда как после диапаузы уровень влаги снижался. У самок этот показатель был на уровне $46,5 \pm 1,5\%$, а в теле самцов $43,2\% \pm 1,4\%$. Если брать период диапаузы концентрация влаги в теле самок на $9,7\%$ была выше, чем у самцов, а после диапаузы эта разница уменьшилась $3,4\%$ (рисунок 26).

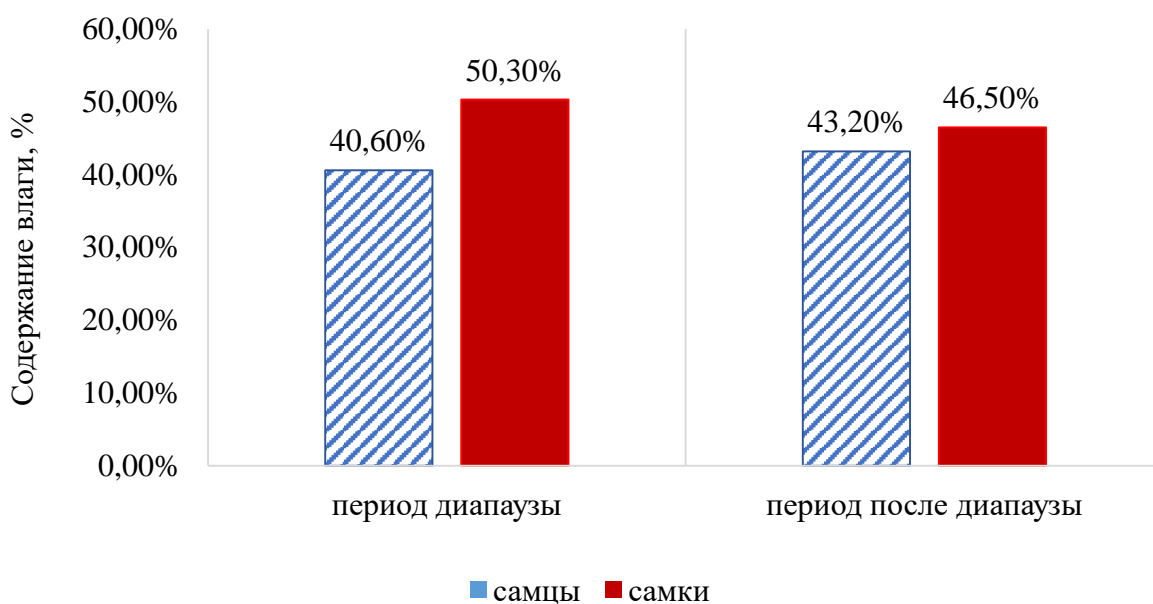


Рисунок 26 – Уровень влаги в теле самцов и самок *O. cornuta* в период диапаузы и после нее.

Если сравнивать полученные показатели процента влаги между периодом диапаузы и пост диапаузой самок *O. cornuta*, становится заметно, что после диапаузы уровень влаги у самок снижается в 1,08 раза, а у самцов напротив, увеличивается в 1,06 раза (рисунок 26). Возможно, потеря влаги у самок происходит в процессе откладки яиц. Рост влаги у самцов возможно происходит из-за интенсивного потребления нектара.

Для прогнозирования временных пределов искусственного продления диапаузы самцов и самок *O. cornuta* мы определяли концентрацию жира. Процент жира в образцах дробленных самцов и самок осмии рогатой после диапаузы снижался: у самок в 1,04 раза, у самцов в 1,09 раза (таблица 7). Из чего видно, что уровень жира у самцов происходит интенсивнее чем у самок.

Таблица 7 – Биохимические показатели пчелы *O. cornuta*, %.

Вид пчел	Диапауза	После диапаузы
Жир		
<i>O. cornuta</i> ♂ (n=30)	8,9± 1,3*	8,1± 1,21*
<i>O. cornuta</i> ♀ (n=30)	10,5± 1,6*	10,1± 1,58*
Азот		
<i>O. cornuta</i> ♂ (n=30)	12,3± 0,41*	14,0± 0,59*
<i>O. cornuta</i> ♀ (n=30)	11,5± 0,38*	12,9± 0,55*
Белок		
<i>O. cornuta</i> ♂ (n=30)	76,7± 2,55	87,7± 2,92
<i>O. cornuta</i> ♀ (n=30)	72,6± 2,4	80,8± 2,69

Примечание: погрешность отражает точность прибора при определении каждого показателя; * – на сухое вещество.

Полученные значения указывают на то, что самцы и самки пчёл расходуют запасы жира для поддержания гомеостаза в период диапаузы и после нее. При визуальной оценке препарированных самок (n=30) пчел в период диапаузы, их жировое тело хорошо развито, тогда как после выхода из диапаузы, а именно к концу гнездостроительной активности, жировое тело практически отсутствовало.

При определении концентрации азота в теле имаго самцов и самок отмечали рост данного показателя после выхода особей из диапаузы. К примеру, у самок уровень азота возрос в 1,23 раза, тогда как у самцов в 1,14 раза (таблица 7). Важно отметить, что азот в теле насекомых поддерживает гомеостаз в период белкового голода, а в организме пчел способствует эффективной опылительной деятельности.

Общеизвестно, что белок участвует в поддержании гомеостаза, иммунитета, транспорте жиров. Пыльца богата белком. В период преимагинального развития личинки младших возрастов *O. cornuta* активно поедают провизию,

запасенную самками в процессе провеантирования ячеек. С момента перехода во взрослую личинку в коконе и всю диапаузу *O. cornuta* не питается. У самок в период диапаузы концентрация белка была зафиксирована на отметке 72,6 %, тогда как после выхода из диапаузы 80,8 %. У самцов в период диапаузы концентрация белка была зафиксирована на отметке 76,7 %, тогда как после выхода из диапаузы 87,7% (таблица 7). То есть после диапаузы у обоих полов прослеживается возрастание концентрации белка. У самок в 1,11 раза, у самцов 1,14 раза.

Возможно полученные низкие показатели белка в период диапаузы связаны с его расходом на внутренние физиологические процессы организма. Тогда как после диапаузы увеличение белка возможно связано с регулярным потреблением свежего корма, появившегося в следствии цветения кормовых растений.

Для более глубокого понимания биохимических процессов протекающих в организме пчелы *O. cornuta* в период диапаузы и после неё в дальнейшем следует продолжить исследования.

4.4.2 Уровень заменимых и незаменимых аминокислот в гемолимфе самок пчел *Osmia cornuta*

В ходе проведенных исследований определили концентрацию 15 аминокислот. Уровень заменимых и незаменимых аминокислот в гемолимфе *O. cornuta* после диапаузы возрастал (рисунок 27). В период диапаузы был сниженным. Данный факт может свидетельствовать о том что метаболизм у самок *O. cornuta* в период диапаузы не прекращается, а после диапаузы наоборот усиливается. Частично наше предположение согласуется с О. Василевским и соавторами. Они доказали, что у близкородственной пчелы *Osmia bicornis* в период диапаузы обмен веществ не прекращается. (Wasielewski O., Wojciechowicz T., Giejdasz K., Krishnan N., 2013)

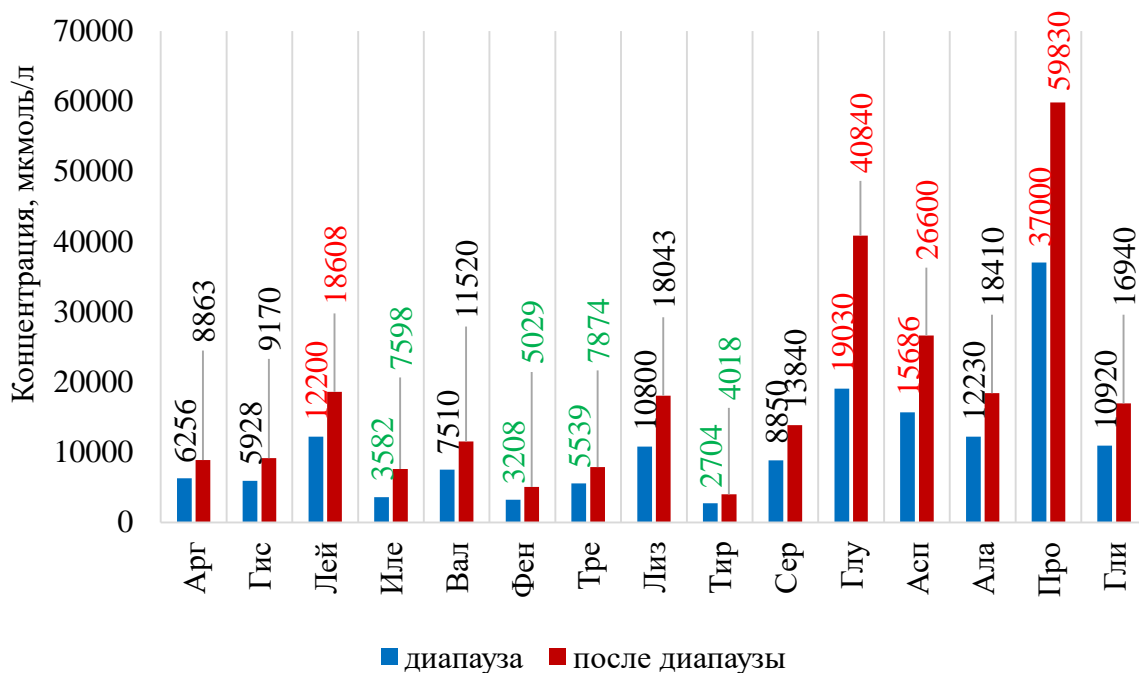


Рисунок 27 – Динамика концентраций аминокислот в гемолимфе самок пчелы *O. cornuta* в период диapaузы и после диapaузы

В ходе исследований было установлено, что самыми высоконцентрированными аминокислотами в гемолимфе самок *O. cornuta* были: пролин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота и лейцин. Концентрация пролина была больше, чем концентрация глутаминовой кислоты.

По сравнению с периодом диapaузы в период после диapaузы концентрация пролина увеличивалась в 1,61 раза, глутаминовой кислоты в 2,14 раза, аспарагиновой кислоты в 1,6 раза, лейцина в 1,52 раза (рисунок 28). Среди вышперечисленных аминокислот с высокими концентрациями, максимально концентрированным был пролин, менее лейцин. Высокие концентрации пролина могут служить источником энергии необходимой при переходе из менее активного физиологического состояния (диapaузы) в более активное. Мы нашли косвенное подтверждение нашего предположение в исследованиях Ю. Н. Кутлина и А. Г. Маннапова, о том, что пролин участвует в энергетическом обмене рабочих пчел (Кутлин Ю. Н., Маннапов А. Г., 2025). По данным В. П. Тыщенко, пролин необходим для поддержания работы крыловых мышц (Тыщенко, 1986). Концентрация пролина была больше, чем концентрация глутаминовой кислоты.

Незаменимой с максимальной концентрацией аминокислотой в гемолимфе самок осмии рогатой был лейцин. Возможно, данная аминокислота поступали в гемолимфу осмии рогатой из естественной основной кормовой базы пчелы, в которой данная аминокислота преобладала. В этой связи можно предположить, что при искусственном кормлении пчел нужно следить за присутствием данной аминокислоты в рационе пчел. Однако наше предположение нуждается в дальнейших исследованиях.

Менее концентрированными аминокислотами в гемолимфе самок *O. cornuta* были: тирозин, фенилаланин, изолейцин, треонин. Среди вышеперечисленных менее концентрированных аминокислот, максимально концентрированным был треонин, а менее концентрированным тирозин. По сравнению с периодом диапаузы и периодом после диапаузы концентрация тирозина увеличивалась в 1,48 раза, треонина в 1,47 раза, фенилаланина в 1,56 раза, изолейцина 1,65 раза (рисунок 28).

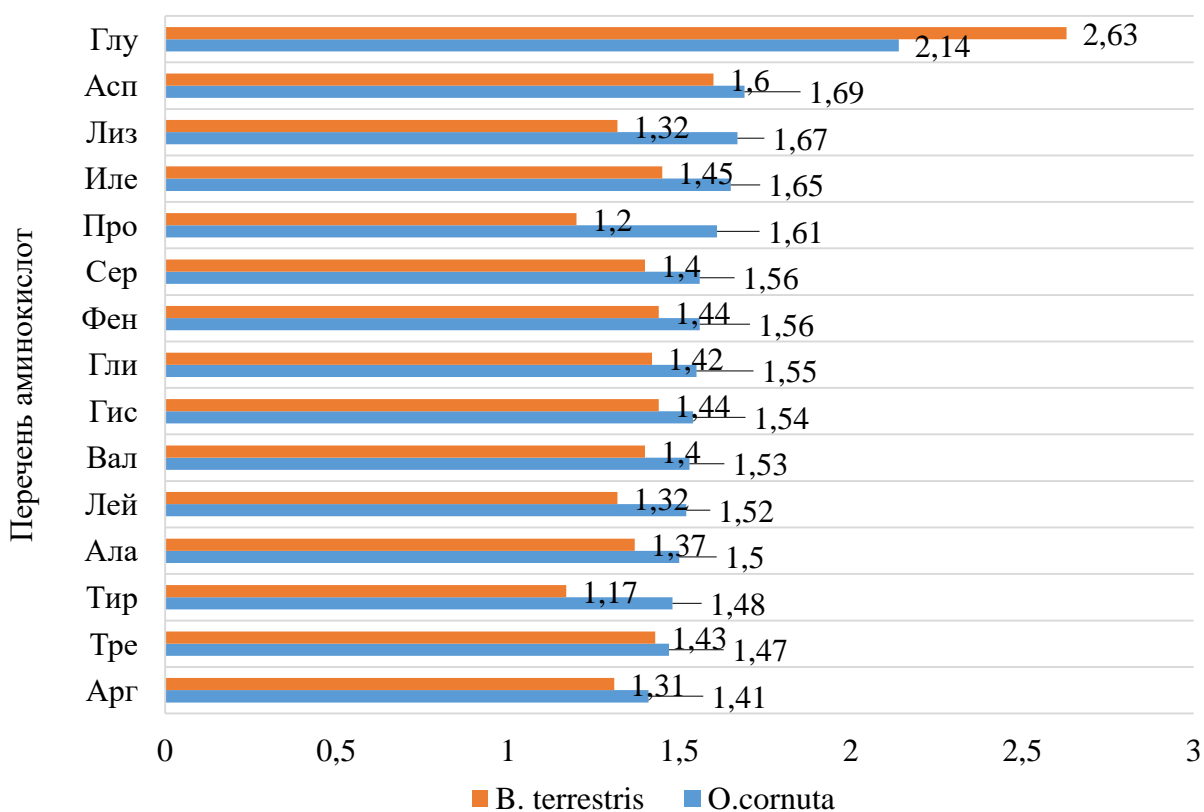


Рисунок 28 – Динамика концентраций аминокислот в гемолимфе самок пчелы *O. cornuta* в сравнении со шмелями *B. terrestris* в период диапаузы и после диапаузы

После диапаузы концентрация аминокислот по всем группам аминокислот у *O. cornuta* в среднем увеличивается 1,6 раза у *B. terrestris* 1,5 раза, что может указывать на разную интенсивность обмена веществ. По сравнению со шмелями рост концентраций по всем группам аминокислот у осмии рогатой превалировал. По сравнению с периодом диапаузы интенсивность роста глутаминовой кислоты после выхода из диапаузы как осмии рогатой так у шмеля была максимальной.

В ходе исследований выявили сходство. Которое связано с увеличением концентраций глутаминовой кислоты. После диапаузы, отметили рост концентрации глутаминовой кислоты в 2,14 раза у рогатой осмии и у шмелей в 2,63 раза, что может указывать на одну направленность роста этой аминокислоты у обоих видов пчел после выхода из диапаузы. Тогда как отличие коснулось количественного различия, а именно увеличения концентрации глутаминовой кислоты у шмелей в 2,63 раза. Важно отметить, что глутаминовую кислоту считают главным возбуждающим нейромедиатором в живых организмах (Locatelli F., Bundrock G., Muller U., 2005)

Такой рост глутаминовой кислоты, полученный в наших исследованиях возможно свидетельствует о том, что под влиянием абиотических факторов усиливается выработка глутаминовой кислоты, а она в свою очередь, как нейромедиатор запускает процесс перехода обмена веществ самок пчел из менее активного состояния (диапауза) в активное. Однако наше предположение нуждается в дальнейших исследованиях.

4.5 Трофические связи

В процессе наблюдения за кормовым поведением пчел отмечали, что после выхода из гнезд, опорожнении кишечника от мекония и совершении первого «узнавательного» облета ИГК, самцы, а чуть позже самки (после спаривания) отправляются на поиски кормовой базы. Первоисточником для питания в ранневесенний период служат первоцветы (таблица 8).

Таблица 8 – Список основных кормовых растений *O. cornuta* на приусадебных участках Донбасса (Донецк, Харцызск)

Вид растений
<i>Scilla siberica</i> (Andrews, 1804); <i>Corydalis solida</i> (Linnaeus, 1753; Clairville, 1811); <i>Viola ambigua</i> (Waldstein et Kitabel, 1802); <i>Ficaria verna</i> (Hudson, 1762); <i>Muscari botryoides</i> (Linnaeus, 1753; Miller, 1768); <i>Taraxacum officinale</i> (Linnaeus, 1753; Wiggers, 1780); <i>Stellaria media</i> (Linnaeus, 1753; Villars 1789); <i>Fritillaria imperialis</i> (Linnaeus, 1753); <i>Prunus armeniaca</i> (Linnaeus, 1753); <i>Prunus dulcis</i> (Miller, 1768; Webb, 1967); <i>Prunus avium</i> (Linnaeus, 1753, 1755); <i>Prunus cerasus</i> (Linnaeus, 1753); <i>Prunus domestica</i> (Linnaeus, 1753); <i>Malus domestica</i> (Borkhausen, 1803).

Отмечали, гнездостроительная активность самок совпадала с цветением плодовых деревьев. В основном для провееантирования гнездовых ячеек при строительстве гнезда самки собирали пыльцу и нектар с плодовых деревьев.

Таким образом спектр основных кормовых растений *O. cornuta*, на приусадебных участках Донбасса, состоял из 14 видов, 10 родов и 8 семейств.

4.6 Гнездовые паразиты *Osmia cornuta*

На основании регулярного разбора и анализа первично заселённых *O. cornuta* гнёзд выявлен основной круг естественных врагов: *Casoxenus indagator* (Loew, 1859) (рисунок 29 а); *Monodontomerus obscurus* (Wenstwood, 1833) (рисунок 29 б); *Chaetodactylus osmie* (Dufour, 1839) (рисунок 29 в), что подтверждается в работах R. Coutin, W. Chmielewski, M. Krunic и соавторов, B. Zajdel, Н. Н. Кузичевой и соавторов и А. М. А. Гауля (Coutin R., 1983; Chmielewski W., 1993; Krunic M. et al., 2005; Zajdel B. et al., 2016; Кузичева Н. Н. и др., 2017, 2024; Гауль А. М. А., 2019)

Отметили единичный случай присутствия *Trichodes apiarius* (Linnaeus, 1758) (рисунок 29 г). В провизии гнезда осмии рогатой, автором работы в г. Харцызске (2017 г.) впервые было отмечено наличие клеща, относя-

щегося к семейству Laelapidae (Acari: Mesostigmata). Важно отметить, что присутствие клеща, относящегося к семейству Laelapidae нехарактерно для гнезд рогатой осмии (рисунок 29 д, е).

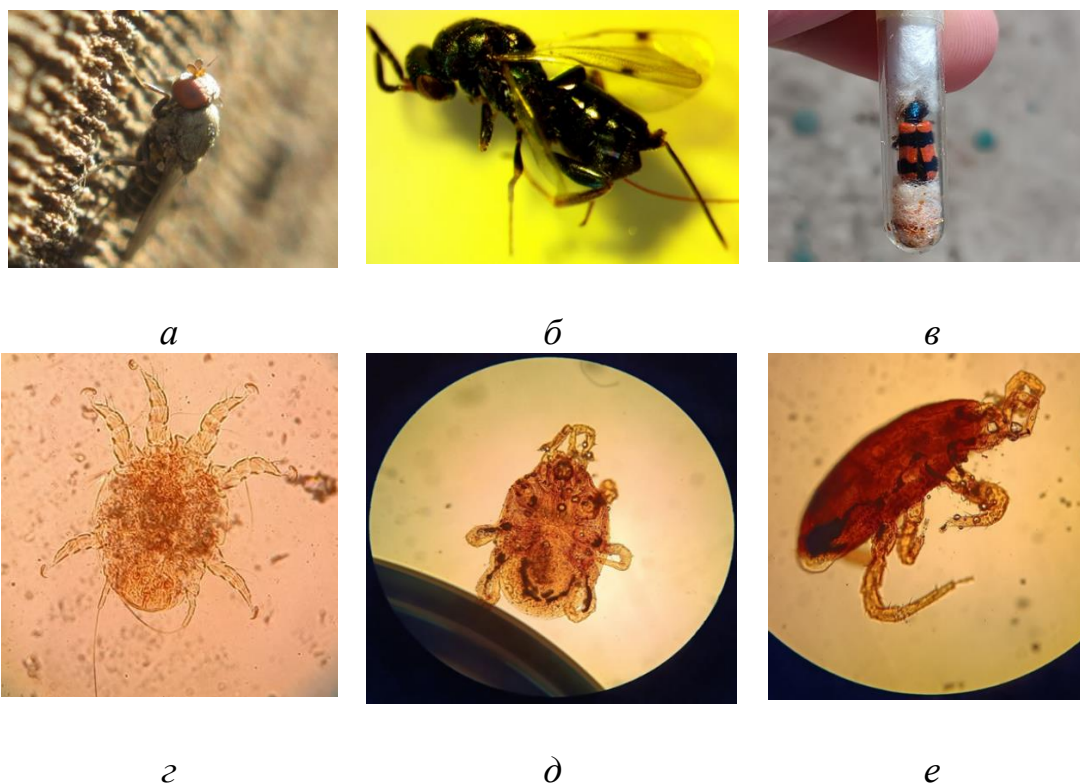


Рисунок 29 – Сопутствующая фауна заселенных *O. cornuta* гнезд после первого сезона эксплуатации
 а – *C. indagator* (фото И. Н. Оголя); б– *M. obscurus* (2х увеличение); в – *T.s apiarius*; г– *Ch. osmie* (10 х увеличение); д – *Laelapidae* (10х увеличение, вентрально); е – *Laelapidae* (10х увеличение, боковая плоскость) (фото Н.Н. Кузичевой).

Важно отметить, семейство Laelapidae (Acari: Mesostigmata) разнообразно. Среди них есть таксоны, которые питаются пылью и нектаром в гнездах медоносных пчел и шмелей. Другая часть может вести паразитический образ жизни в гнездах пчёл (Krantz G. W. 1998 Walter D. E., 2002; Royce L. A. et al. 1989, 2003). Влияние клеща относящегося к семейству Laelapidae на жизнедеятельность *O.cornuta* остается неизвестным и требует дальнейших исследований.

В той части гнезд, которую не чистили, а оставляли для вторичного заселения осмией рогатой, в следующем сезоне к основному кругу естествен-

ных врагов присоединились: *Liposcelis bostrychophila* (Badonnel, 1931); *Leucospis dorsigera* (Fabricius, 1775); *Trogoderma glabrum* (Herbst, 1783); *Trogoderma versicolor* (Creutzer, 1799). (Turner B. D., 1994; Chong C. H. 2010; Gris-sell E. E., 2002; Жантеев Р. Д., 2009; Приложение О).

Как и отмечали ранее существенное влияние на популяцию *O. cornuta*, в условиях Донбасса, оказывает *C. indogator*. При искусственном разведении в выборке, состоящей из 118 гнёзд зараженность составляла 56 %, тогда как зараженность ячеек (n=880) в этих гнездах была на уровне 13 % (рисунок 30) (Кузичева Н. Н. и др. 2024).

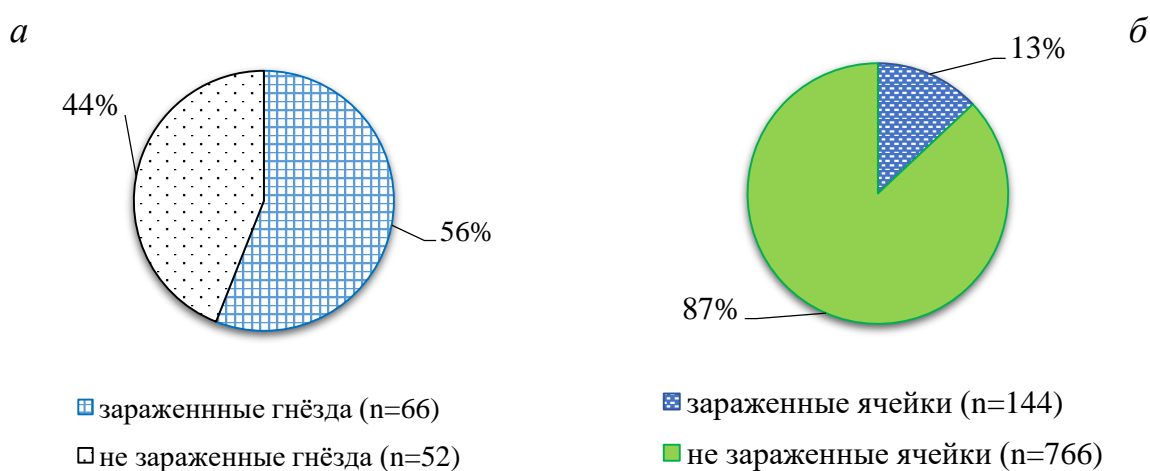


Рисунок 30 – Процент зараженных гнезд (а) и зараженных ячеек (б) в гнездах *O. cornuta*

Случаи стопроцентного поражения гнезд *C. indogator* единичны. Из-за поедания личинками мух пчелиной провизии, отмечалась гибель пчелиных личинок младших возрастов (питающихся личинок), что также было отмечено Коутином и Шеноном (Coutin R., Chenon R., 1983). Личинки пчел достигшие фазы имаго в коконах обладали карликовостью (Кузичева Н. Н. и др., 2017). Полученные значения согласуются с данными Коутина и Шенона, о высокой зараженности гнезд *O. cornuta* мухой *C. Indogator* (Coutin R., Chenon R., 1983). По исследованиям этих ученых зараженность достигает 30 % (Coutin R., Chenon R., 1983).

Во время анализа зараженных гнезд мы поставили перед собой две гипотезы. H_0 гипотеза звучало так: «Между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах нет связи». H_1 : «Между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах есть связь». Для проверки поставленных гипотез и в связи с ненормальностью распределения количественных значений применяли критерий ранговой корреляции Спирмана. Полученное значение для гнезд ($n=66$) составляло $r_s=0,7$ ($p \leq 0,001$), то есть было больше, чем $r_{s \text{ крит}}$ (0,396). В этой связи приняли альтернативную H_1 гипотезу (Кузичева Н. Н. и др., 2017). Важно отметить, что с увеличением общего числа ячеек в гнезде возрастало и число зараженных ячеек, на что указывает экспоненциальная кривая на рисунке 31.

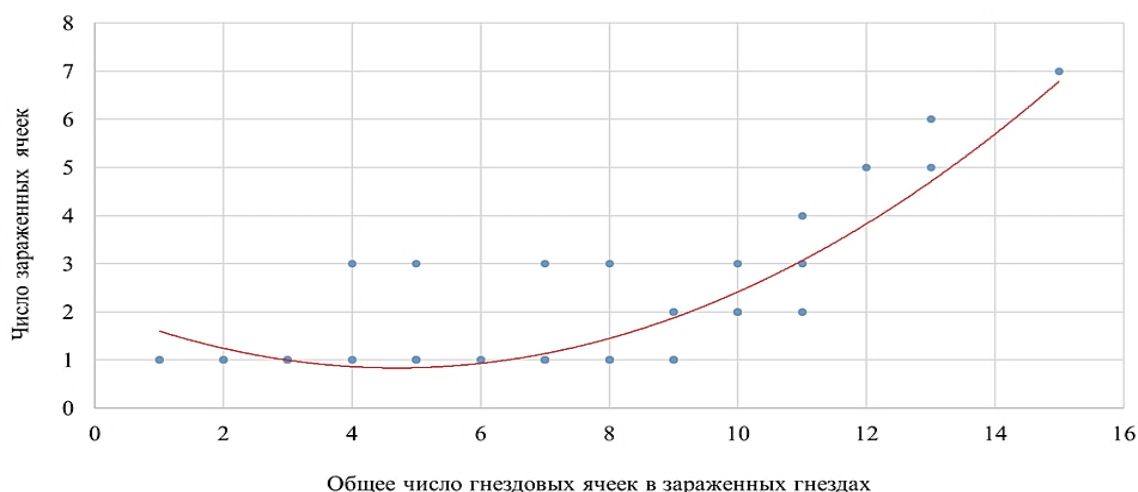


Рисунок 31 – Связь между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах

Предположительно, чем больше было ячеек в гнезде, тем больше времени оно было доступно для паразитирования мухой *C. indagator*. Таким образом при искусственном разведении рогатой осмии для предотвращения развития *C. indagator*, весной, в период гнездостроительной активности осмии рогатой около ульев необходимо устанавливать ловушки для отлова *C. indagator* (Патент на полезную модель..., 2019). А в конце сезона, осенью, нужно обяза-

тельно проводить разбор и чистку пчелиных гнезд используя при этом «Фильтрационный стол для разбора и чистки гнезд диких пчел» (Патент на полезную модель..., 2023; Приложение С).

5. ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ *OSMIA CORNUTA* ДЛЯ ОПЫЛЕНИЯ ЭНТОФИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ДОНБАССА

Имеющиеся методики разведения пчел-осмий направлены на достижение максимальной заселяемости осмиевых ульев и получении коконов с самцами и самками. Заселяемости и соотношение полов, определяются структурными особенностями ульев. Следует отметить, что на выбор гнездовых конструкций (осмиевых ульев) при разведении пчел-осмий влияют стоимость материала, а также затраты труда при обслуживании заселенных гнезд (изъятие коконов, чистка гнезд, устранение вредителей).

Например, при разведении осмии рыжей и осмии рогатой при опылении плодово-ягодных культур в садах используется технология разведения этих пчел, предложенная Б. С. Зинченко и В. М. Гукало – специалистами Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова. Эта технология предусматривает изготовление двух типов осмиевых ульев: маточных и рабочих. В первые ульи, устанавливают емкости с коконами пчел (в одном улье коконов *O. cornuta* должно быть 18–20 тыс.). Вторые ульи формируют из полых сухих отрезков стеблей тростника (Гукало В. М., 1998а).

Однако использование ульев на базе полых сухих отрезков тростника при обслуживании заселенных гнезд (изъятие коконов, чистка гнезд, устранение вредителей) в промышленных масштабах будет достаточно трудоемким процессом. В этой связи мы продолжили поиск менее трудозатратных при обслуживании гнезд в промышленных масштабах. По этой причине мы опирались на разработки В. С. Гребенникова по созданию разъёмных гнездоблоков для одиночных пчел; G. A. Hobbs по созданию пакетов желобчатых пластин для разведения пчелы *Megachile rotundata* (Fabricius, 1787); С. П. Иванова, А. М. А. Гауля, В. Ю. Жидкова в котором авторы, описали недостатки конструкции G.A Hobbs и предложили свой усовершенствованный гнездовой блок. (Hobbs G. A., 1968b; Гребенников В. С., 1973; Патент № 190882..)

В этой связи мы провели апробацию пригодности гнездовых блоков, состоящих из разборных желобчатых гнездовых пластин для заселения самками одиночных пчёл *O. cornuta*. В ходе чего установили, что общее заселение по всем гнездовым блокам составило 69,7 %, общее число гнездовых каналов 112, из них 41 шероховатых со сколами и древесной щепой (рисунок 32), 71 гладких без сколов и древесной щепы (рисунок 33).

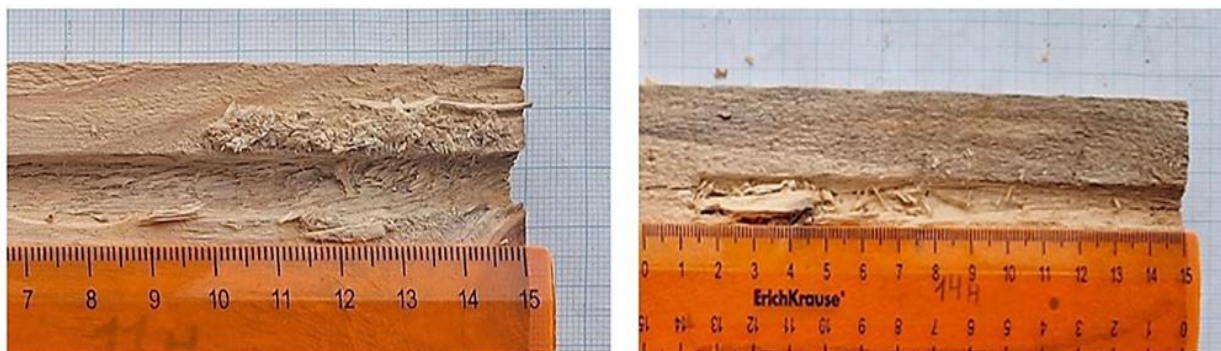


Рисунок 32 – Шероховатые гнездовые каналы со сколами и древесной щепой (фото Н. Н. Кузичевой)

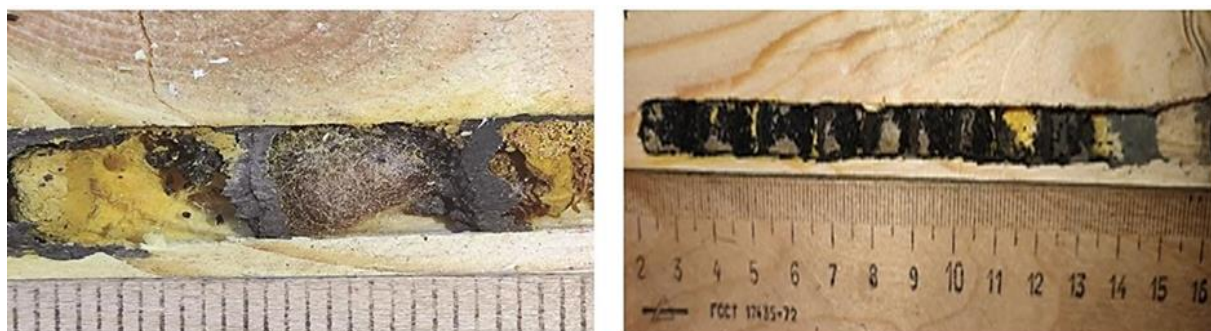


Рисунок 33 – Заселенные гладкие гнездовые каналы без сколов и древесной щепы (фото Н. Н. Кузичевой)

Однако процент заселения в каждом из экспериментальных гнездовых блоков был различным (таблица 9). Наибольшее заселение было получено в гнездовом блоке с желобчатыми пластинами №2, где самками осмии рогатой было отстроено 72,2% гнезд (таблица 9).

Таблица 9 – Результаты разбора заселённых гнездовых блоков с желобчатыми пластинами (Кузичева Н. Н., Маннапов А. Г., 2025)

Показатели	Гнездовой блок с желобчатыми гнездовыми пластинами №1	Гнездовой блок с желобчатыми гнездовыми пластинами №2	Гнездовой блок с желобчатыми гнездовыми пластинами №3
Всего гнездовых каналов	36	36	40
Шероховатые гнездовые каналы со сколами и древесной щепой	17	15	9
Гладкие гнездовые каналы без сколов и древесной щепы	19	21	31
Заселено (в шероховатых гнездовых каналах со сколами и древесной щепой)	5/17(29,4%)	6/15(40%)	2/9(22,2%)
Заселено (в гладких гнездовых каналах без сколов и древесной щепы)	19/19(100%)	20/21(95,2%)	26/31(83,8%)
Заселено	24/36(67%)	26/36 (72,2%)	28/40(70%)

Во всех шероховатых гнездовых каналах со сколами и древесной щепой заселение составило 31,7% (13 из 41), тогда как в гладких гнездовых каналах без сколов и древесной щепы 9216% (65 из 71), полученные значения свидетельствуют о том, что самки *O. cornuta* отстраивают свои гнезда в гладких гнездовых каналах без сколов и древесной щепы в 2,9 раза охотнее.

В ходе исследований мы проверяли H_0 гипотезу о том, что наличие деформаций (шероховатостей с древесной щепой и сколами) в просвете гнездовых каналов не влияет на их заселение самками *O. cornuta* и H_1 гипотезу, о том, что наличие деформаций (шероховатостей со сколами и древесной щепой) в просвете гнездовых каналов влияет на их заселение самками *O. cornuta*.

Было установлено, что в гнездовом блоке с желобчатыми гнездовыми пластинами №1 $\chi^2=25,6$, $\chi^2_{corr}=22,3$; $df=1$; $\alpha=0,01$; в гнездовом блоке №2 $\chi^2=19,4$, $\chi^2_{corr}=17$; $df=1$; $\alpha=0,01$; гнездовом блоке №3 $\chi^2=16,1$, $\chi^2_{corr}=12,4$; $df=1$; $\alpha=0,01$ (Приложение Р). На основании полученных данных, мы приняли

альтернативную H_1 гипотезу, о том, что наличие шероховатостей, сколов и древесной щепы в просвете гнездового канала значимо влияет на заселение ульев самками *O. cornuta*. Возможно, из-за того, что образовавшиеся древесные сколы и щепы могли приводить к нарушению формы гнездового канала, или быть преградой при строительстве гнезда.

В этой связи при искусственном разведении пчел *O. cornuta* рекомендуем использовать гнездовые блоки, состоящие из разборных желобчатых гнездовых пластин. Для предотвращения грубого сверления желобов на пластинах, приводящего к образованию шероховатостей со сколами и древесной щепой, рекомендуем, при вырезании желобов гнездовых каналов на деревянных пластинах, использовать не сверла, а автоматические фрезерные станки по дереву, что поспособствует точному вырезанию желобов нужного диаметра и длины. Улучшение состояния желобчатых пластин позволит повысить привлекательность гнездовых каналов в период гнездостроительной активности самок пчёл. Важно отметить, применение гнездовых блоков, с разборными желобчатыми гнездовыми пластинами вместе с «Фильтрационным столом для разбора и чистки гнезд диких пчел» (Патент № № 220907; Приложение С) позволит облегчить разбор и чистку заселенных гнезд в промышленных масштабах.

5.1 Разведение для опыления мелиттофильных культур открытого грунта

O. cornuta является ранневесенним видом пчел характеризуется высокой специфичностью к опылению культур семейства Rosaceae и активности при низких температурах, такие особенности делают пчел наиболее приемлемым опылителем в условиях открытого грунта. Исследования по опылению миндаля *Prunus dulcis* (Webb, 1967) пчелой *O. cornuta* проводили весной 2025 года в хозяйстве ООО «Горняк» СП2 пгт. Мангуш по схеме (таблица 10).

Таблица 10 – Схема опыта

Общая площадь участка (12 га)	
Группа контроль (1,2 га)	Группа опыт (1,2 га)
Деревьев 420 шт.	Деревьев 420 шт.

(сорт «Десертный» и «Приморский»)	(сорта «Десертный» и «Приморский»)
Естественное опыление	Естественное опыление + <i>Osmia cornuta</i> (500 коконов ♂; 500 коконов ♀) + Искусственные гнездовые конструкции (9 шт.) (Приложение Й)
Изоляция веток агроволокном	Изоляция веток агроволокном
Подсчет завязей через 20 дней	Подсчет завязей через 20 дней
Подсчет урожая (25.08.2025)	Подсчет урожая (25.08.2025)

Общая площадь садового массива составляла 12 га в котором выбрали два участка: опытный (1,2 га) и контрольный (1,2 га) (рисунок 34). Отобранные участки находились друг от друга на противоположных концах сада. Такой отбор участков был целенаправленным и применен для снижения риска перелёта введенной осмии рогатой на контрольный участок. Оба участка располагались в одинаковых агроклиматических условиях. Обработку пестицидами проводили за 10 дней до наступления фазы розового бутона.

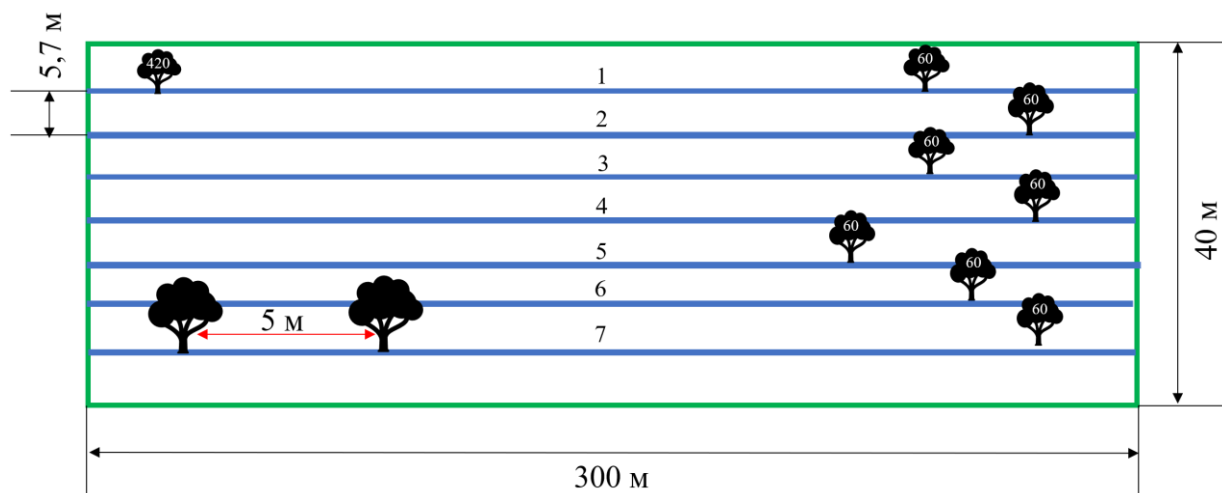


Рисунок 34 – Схема опытного участка в миндальном саду

В течении всего периода исследований скорость ветра на участке колебалась от 1 до 11 м/с, в среднем $4,5 \pm 0,3$ м/с. Направление ветра не учитывали. Показатели температуры варьировали от 1 до 24 °С, в среднем $15,6 \pm 1,9$ °С.

Общее количество деревьев на опытном участке 420. Возраст деревьев 4 года. Расстояние между деревьями 5 м, длина каждого ряда 300 м, количество деревьев в каждом ряду 60. Количество рядов 7, расстояние между рядами 5,7 м, ширина участка 40 м. (рисунок 34). Плотность посадки 29 м²/дерево. В среднем на одном дереве $1\,272 \pm 9,1$ цветка. Всего на опытном участке 534 380 цветка. Контрольный участок по своим характеристикам схож и подвергался только естественному опылению (таблица 10). Ближайшие ульи с медоносной пчелой находились на расстоянии 1,5 км от опытного и контрольного участка.

Для будущего гнездования самок осмии рогатой, по всему опытному участку размещали искусственные гнездовые конструкции двух типов: двуканальные тростниковые пучки (n=4) и гнездовые блоки с желобчатыми гнездовыми пластинами (n=5), с общим количеством гнездовых каналов 1000. В фазу розового бутона миндаля при температуре 19,5 °С, влажности 44 %, скорости ветра 3 м/с. производили подселение маточных коконов в количестве 1000 шт. (500 ♂ и 500 ♀), соотношение полов составляло 1:1.

За три часа наблюдений 18 деревьев миндаля посетили 54 пчелы осмии рогатой. Средняя интенсивность посещения пчел на 18 деревьях миндаля за 3 часа наблюдений составила 18 пчел/час. А среднее общее обилие пчел на одном дереве составило 3 пчелы. Общее число цветков миндаля, посещаемых самцами осмии рогатой, составляет 10,3 цветка/мин. Общее число цветков миндаля посещаемых самками 4,4 цветка/мин. С учетом общего числа цветков, посещаемых самцами, самцы за 1 час могут посетить 618 цветков/час, самки 264 цветка/час. Общее число цветков, посещаемых самками *O. cornuta* за день (7 часов) составляет 1848 цветков, самцами 4326 цветков/день.

Таблица 11 – Скорость посещения и время опыления цветков миндаля пчелой *O. cornuta*

Показатель	<i>O. cornuta</i> (♀) (n=33)	<i>O. cornuta</i> (♂) (n=33)
Число цветков, посещаемых осмией рогатой за одну минуту (цветков/мин)	4,4*	10,3*
Min–max число цветков за один визит на дереве	2–36	6–20

Время затраченное на посещение 1 цветка (сек/цветок)	$13,5 \pm 1,6$	$5,8 \pm 0,96$
Посещение цветков миндаля на одном дереве (%)	20,8*	48,5*

Примечание: * – значение расчетное

Анализ полученных данных выявил, что самки осмии рогатой посещают цветки миндаля в 2,32 раза дольше чем самцы. Абсолютная разница составляет 7,7 сек. Из таблицы видно, что самки осмии рогатой посещают меньше цветков, но дольше соприкасаются с пыльниками, тогда как самцы напротив посещают меньше цветков, но быстрее (таблица 11). Самцы тратят на 59,7 % меньше времени на посещение цветков миндаля чем самки. Из этого следует, что увеличение времени посещения пчелы на цветке потенциально увеличивает вероятность успешного образования завязей за счёт более длительного контакта с пыльниками цветков.

При оценке качества опыления цветков миндаля опирались на шкалу О. В. Бабкиной (Бабкина О. В., 2010; Гиш Р. А., 2023). В ходе чего установили, что показатель посещения цветков одного дерева миндаля самками *O. cornuta* находился на неудовлетворительном уровне, тогда как самцами на удовлетворительном, что нуждается в корректировке вводимых пчел на участок.

В радиусе 325 м от ульев самцы потребляют нектар с цветков миндаля. Самки опыляют цветки миндаля и пьют нектар на расстоянии 150 м от улья. Так же лёт самок отмечен на расстоянии 250 м от ульев, но без посещения цветков.

Замечено, что при скорости ветра от 6,75 до 10, 2 м/с лётная и гнезδο-строительная активность самок осмии рогатой заметно снижается. Таким образом учитывая этот факт гнездовые блоки с разборными желобчатыми пластинами рекомендуем не развешивать на деревьях, а наоборот устанавливать в стационарных прицепах с защищающими от ветра фрамугами, с возможной регуляцией под направление ветра, так как при полете к развешенным гнездовым блокам при такой скорости ветра вернувшиеся с провизией самки *O. cornuta* не могли попасть в гнезда.

В безветренную, ясную погоду одна самка осмии рогатой за один визит может опылить до 36 цветков при этом чередуя потребление нектара и сбор пыльцы.

Согласно данным А. М. А. Гауль общая продолжительность дневного лёта самки *O. cornuta* $10,0 \pm 1,3$ часов, а время фуражировки на цветках в течение дня 7,0 часов (Гауль А. М. А., 2019). Длительность периода фенофазы от розового бутона до окончания цветения миндаля составлял 14 дней. По данным А. Saez и соавторов цветки миндаля остаются открытыми около 4–6 дней (Saez, 2020). Исходя из этого для опыления одного дерева миндаля потребуется 6,1 коконов с самцами и 20,6 кокона с самками. Для опыления 1,2 га сада ($n=420$) нужно 2 562 кокона с самцами и 8 652 кокона с самками, соотношение полов в таком случае $1\text{♀}:0,3\text{♂}$. Данное соотношение было основано на опылении нужного количества цветков миндаля. Однако для возможности дальнейшего восстановления искусственной популяции осмии рогатой непосредственно на участке, на наш взгляд необходимо соблюсти естественное соотношение полов от $1\text{♀}:1,2\text{♂}$ (8 652 кокона♀: 10 652 коконов♂) до $1\text{♀}:4,5\text{♂}$ (8 652 кокона♀: 12 578 кокона♂). Соотношения полов были взяты из диссертационной работе А. М. А. Гауля (Гауль А. М. А., 2019). Для упрощения использования при промышленном разведении пчел в качестве основного или дополнительного опылителя в промышленных условиях соотношение полов не должно быть ниже $1\text{♀}:1\text{♂}$ (8 652 кокона♀: 8 652 коконов♂).

Таким образом рекомендуем для опыления сада миндаля с площадью 1,2 га и возрастом деревьев 4 года вводить не менее 8 652 кокона♀: 8 652 коконов♂ и не 8 652 кокона♀: 11 652 кокона♂ за 4 дня до фенофазы розового бутона. Искусственные гнездовые конструкции устанавливать на участке сада за 4 дня до фенофазы розового бутона миндаля. В искусственных гнездовых конструкциях число гнездовых каналов не должно быть меньше 25 956 штук.

Для сравнения по данным Траянора, для опыления миндаля на участок в 1 га устанавливают 5 колоний медоносных пчел (Traynor J. A., 2017).

Однако следует помнить, только что заселенные гнездовые ячейки в себе содержат пчелиный расплод на стадии яйца и ранней личиночной стадии, поэтому при транспортировке нельзя чрезмерно трясти гнезда, с целью недопущения сбивания яиц и личинок с поверхности провизии. Если такой прецедент произойдет, то пчела, на своей ранней личиночной стадии, не способна будет самостоятельно отыскать хлебец.

За период исследования при соотношении полов 1:1 (500♀: 500♂) введенных маточных коконов осмии рогатой процент завязываемости плодов миндаля на исследуемых (n=8) ветках без агроволокна опытного участка составил 11,1 % (таблица 12).

Таблица 12 – Оценка завязываемости миндаля на (n=8) ветках без агроволокна после опыления пчелой *O. cornuta* (500♂:500♀)

Показатель	Опытный участок	Контрольный участок
Число цветков на (n=8) ветках (min–max)	10–38	10–38
Общее число цветков на ветках	207	207
Среднее число цветков на (n=8) ветках	25,9±3,4	25,9±3,4
Число завязей на (n=8) ветках (min–max)	1–7	0–1
Общее число завязей на (n=8) ветках	31	1
Среднее число завязей на (n=8) ветках	3,9±0,7	0,1±0,1
Завязываемость на (n=8) ветках (%)	11,1*	0,5*

Примечание: * – значение расчетное

Процент завязываемости 0,5% на (n=8) ветках без агроволокна контрольного участка, указывает на очень низкую завязываемость плодов миндаля без опылителей. По сравнению с контрольным участком завязываемость плодов на (n=8) ветках опытного участка была выше на 10,6% (таблица 12). Из этого следует, что присутствие пчел *O. cornuta* в фазу цветения миндаля критически важно для завязываемости плодов. На опытном и контрольном участках при осмотре (n=8) веток укрытых агроволокном отмечали нулевую завязываемость.

мость. Важно отметить, что ветки, которые укрывали агроволокном не отставала в развитии с ветками, которые были без агроволокна (помеченные цветными лентами). Можно сказать ветки с агроволокном и без агроволокна развивались синхронно, прослеживались все фазы развития синхронно.

В конце сезона (сентябрь) проводили оценку урожая. В ходе чего установили, что на опытном участке, а именно на отобранных ($n=27$) деревьях миндаля число плодов варьировало от 1 до 17 шт, в среднем $6\pm 0,9$ шт.

Таблица 13 – Оценка урожайности на деревьях миндаля после опыления пчелой *O. cornuta* (500♂:500♀)

Показатель	Опытный участок	Контрольный участок
Число плодов (min–max)	1–17	0
Среднее число плодов/дерево (шт)	$6\pm 0,9$	0
Масса косточек (min–max)	4,4–8,3	0
Средняя масса косточек, (г)	$6,5\pm 0,2$	0
Урожайность косточек, (ц/га)	0,17*	0

Примечание: * – значение расчетное

Масса косточек ($n=66$) варьировала от 4,4 до 8,3 г, в среднем $6,5\pm 0,2$ г. Общий урожай на опытном участке (1,2 га) составил 17,6 кг (0,17 ц/га) (таблица 13).

В подтверждение успешности проводимых исследований по искусственному разведению пчелы *O. cotnuta* в условиях миндального сада, весной, мы фиксировали сбор пыльцы с цветков миндаля самками рогатой осмии, их активную гнездостроительную активность (Приложение Л). В конце сезона (сентябрь) при выборочном вскрытии ($n=15$) заселенных гнездовых каналов получили жизнеспособных имаго пчел в коконах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования особенностей биологии, экологии и физиологии рогатой осмии (*Osmia cornuta*) в условиях Донбасса позволили комплексно охарактеризовать данный вид как перспективный объект для биологического опыления плодовых культур. Установлены оптимальные параметры гнездовых полостей и определены ключевые факторы, влияющие на лётную и гнездостроительную активность самок. Полученные данные о продолжительности онтогенеза, морфологических различиях коконов и динамике физиолого-биохимических показателей в период диапаузы отражают адаптационные механизмы вида к климатическим условиям региона. Биохимический профиль аминокислот подтвердил высокую метаболическую активность *O. cornuta* в фазе развития. Выявлены основные энтомофаги, ограничивающие численность популяции, и определены пути их биотехнического контроля. Разработанная технология использования и искусственного разведения *O. cornuta* для опыления миндаля показала высокую эффективность и может быть рекомендована для внедрения в практику экологически ориентированного агропроизводства. В соответствие с целью и задачами диссертационной работы, полученные результаты исследования, позволяют сделать ниже представленные выводы.

ВЫВОДЫ

1. Рогатая осмия (*Osmia cornuta*) в условиях Донбасса характеризуется линейным типом гнездования, при котором самки за сезон отстраивают в среднем 2–3 гнезда, состоящих из последовательно расположенных ячеек, разделённых гнездовыми перегородками и закрытых снаружи земляной пробкой. Оптимальными для формирования таких гнёзд являются искусственные гнездовые каналы длиной 150–250 мм и диаметром 8–10 мм, обеспечивающие высокую заселяемость и успешное развитие потомства.

2. Лётная активность *O. cornuta* на территории Донбасса продолжается с начала апреля до середины мая и приурочена к периоду цветения плодовых культур. Наибольшая активность самок отмечена при температуре воздуха 22–

29 °С и умеренной скорости ветра; температура выше 31 °С или увеличение скорости ветра свыше 6,7 м/с приводят к снижению как лётной, так и гнезδο-строительной активности особей. Спектр кормовых растений *O. cornuta* на приусадебных участках Донбасса включает 14 видов из 10 родов и 8 семейств, с которых при фуражировании самки собирают пыльцу, особенно с плодовых розоцветных деревьев.

3. В естественных условиях Донбасса развитие *O. cornuta* от яйца до куколки длится 115–120 суток. Коконы самок в среднем в 1,78 раза (78,5 %) тяжелее, чем у самцов: их масса в начале диапаузы составляет $195,0 \pm 3,4$ мг, в конце – $105,0 \pm 2,2$ мг. В период зимовки регистрируется потеря массы коконов и перестройка обмена веществ, направленная на адаптацию особей к условиям диапаузы: масса коконов снижается на 19,6 % у самок и на 17,6 % у самцов; уровень влаги в теле самок в диапаузе равен 50,3 %, у самцов – 40,6 %, а после диапаузы – 46,5 % и 43,2 % соответственно. Концентрация белков возрастает с 72,6 % до 80,8 % у самок и с 76,7 % до 87,7 % у самцов, содержание азота – с 11,5 % до 12,9 % и с 12,3 % до 14,0 % соответственно.

4. В организме рогатой осмии (*O. cornuta*) преобладают аминокислоты с высокой концентрацией: пролин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота и лейцин. По сравнению с периодом диапаузы в период после диапаузы концентрация пролина увеличивалась в 1,61 раза, глутаминовой кислоты в 2,14 раза, аспарагиновой кислоты в 1,6 раза, лейцина в 1,52 раза. Минимальные значения отмечены для тирозина, фенилаланина, изолейцина, треонина. По сравнению с периодом диапаузы и периодом после диапаузы концентрация тирозина увеличивалась в 1,48 раза, треонина в 1,47 раза, фенилаланина в 1,56 раза, изолейцина 1,65 раза. Преобладание пролина и дикарбоновых кислот может свидетельствовать о высокой энергетической активности и адаптации организма к интенсивным физиологическим процессам, отражая особенности метаболической приспособленности *O. cornuta* к условиям активного развития и репродуктивного периода.

5. Среди естественных врагов *O. cornuta* наибольший вред гнёздам наносит муха *Cacoxenus indagator* (Diptera: Drosophilidae), личинки которой поедают запасы пыльцы, поражая до 56 % гнёзд. С увеличением числа ячеек в гнезде возрастает уровень заражённости, что требует внедрения биотехнических мер защиты при искусственном разведении вида.

6. Разработанная технология искусственного разведения рогатой осмии (*Osmia cornuta*) с охлаждением коконов и последующим выпуском имаго в период цветения показала высокую эффективность. На опытных участках городов Харцызска, Донецка, пгт. Кутейниково и Мангуш пчёлы активно заселяли ульи «Фабра» и гнездовые блоки с желобчатыми пластинами. После хранения коконов при постоянной температуре +4 °С и влажности 40–55 % выход из диапаузы составил 93,6 % для самцов (44 особи) и 95,7 % для самок (45 особей). Использование этих пчёл для опыления миндаля повысило завязываемость плодов с 0,5 % (контроль) до 11,1 %, что подтверждает высокий агроэкологический потенциал вида и целесообразность его применения для биологического опыления.

Практические предложения

1. Искусственное разведение рогатой осмии (*Osmia cornuta*) рекомендуется проводить в гнездовых блоках с желобчатыми пластинами длиной 150–250 мм и диаметром 8–10 мм, а маточные коконы транспортировать в термосумках при постоянной температуре +4 °С и влажности $43,8 \pm 0,6$ %. Для опыления 1,2 га миндаля необходимо применять равное количество самцов и самок – по 8 652 особи каждого пола. В гнездовых блоках число гнездовых каналов не должно быть меньше 25 956. В начале сезона (апрель), за 4 дня до фенофазы розового бутона миндаля пустые гнездовые блоки и маточные коконы рекомендуем устанавливать на участке в стационарных установках.

2. В первую декаду июля гнезда вывозить в зимовник с естественным микроклиматом, избегая прямых солнечных лучей. В конце сезона (сентябрь)

п

р

о

в

с

пчёл» полезная модель № 220907, МПК: А01К 51/00 (2006.01), промывать коконы с последующей естественной сушкой при $24,7 \pm 0,3$ °С и влажности $30,7 \pm 0,4$ % и распределять по полу с маркировкой для хранения в холодильной камере при постоянной температуре +4 °С и влажности $43,8 \pm 0,6$ % до следующего сезона; одновременно изготавливать новые гнездовые блоки и контролируемо вырезать желоба с помощью автоматических фрезерных станков для обеспечения оптимальной заселяемости и успешного формирования маточных колоний.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.

Исследования, проведенные и изложенные в диссертации, будут служить основой для расширения использования пчелы *O. cornuta*, в различных регионах и субъектах Российской Федерации. Они также станут методическим руководством для контролируемого использования пчел при опылении миндальных садов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ИГК – искусственные гнездовые конструкции;

ГОСТ – государственный стандарт;

мм – миллиметр;

г – грамм;

кг – килограмм;

мкмоль/л – микромоль на литр;

♂ – самцы пчелы *O. cornuta*;

♀ – самки пчелы *O. cornuta*;

Осмия рогатая – пчела *O. cornuta*;

t – температура;

n – количество;

га – гектар;

м/с – метров в секунду;

м – метров;

min – минимум;

max – максимум;

C_v – коэффициент вариации;

r_s – коэффициент ранговой корреляции Спирмана;

W – тест Шапиро–Уилка;

ДИ – доверительный интервал;

S – стандартное отклонение;

σ^2 – дисперсия;

Me – медиана;

Mo – мода;

R – размах вариации;

ч – часов;

мин – минут;

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аветисян Г. А. Пчеловодство / Г.А. Аветисян, Ю.А. Черевко. - М.: ИРПО. Изд-во «Академия», 2013. – 320 с.
2. Амолин А. В. К изучению пчел-опылителей плодово-ягодных культур на приусадебных участках г. Донецка / А. В. Амолин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона– 2016. – № 3–4. С. 66–77.
3. Амолин, А. В. Основные результаты апробации методики искусственного разведения пчел-осмий (Hymenoptera: Megachilidae: Osmiini) / А. В. Амолин, Н. Н. Кузичева, Н. Н. Ярошенко // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы III Международной научной конференции, Донецк, 25 октября 2018 года / Под общей редакцией С.В. Беспаловой. Том 2. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2018. – С. 231-233.
4. Амолин, А. В. Перспективы искусственного разведения пчел-осмий (Hymenoptera: Megachilidae: Osmiini) для опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур в Донбассе / А. В. Амолин, Н. Н. Кузичева // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: МАТЕРИАЛЫ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Макеевка, 11 апреля 2019 года. Том I. – Макеевка: Донбасская аграрная академия, 2019. – С. 21-23.
5. Амолин А. В. К изучению экологии и брачного поведения пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) в Донбассе / А. В. Амолин, Н. Н. Кузичева // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3-4. – С. 53-61.
6. Амолин А. В. Пчелы–опылители (Hymenoptera: Apoidea) энтомофильных сельскохозяйственных культур Донбасса / А. В. Амолин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона–2018. – № 3–4. С. 78-89.

7. Амолин А.В. Пчелы (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) приусадебных участков Центрального Донбасса (на примере г. Донецка, г. Харцызска, г. Горловки) / Н. Н. Кузичева, А. А. Соболева // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона – 2019. – № 1–2. – С. 44-52.

8. Амолин А. В. К изучению биологии гнездования пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) в урболандшафтах Донбасса / А. В. Амолин, Н. Н. Кузичева // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы VI Международной научной конференции, Донецк, 26–27 октября 2021 года. Том 3. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2021. – С. 184-186.

9. Амолин А. В. К изучению степени заражения гнезд пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) паразитической мухой *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 / А. В. Амолин, Н. Н. Кузичева // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: Материалы VII Международной научно-практической конференции. В 7-ми томах, Макеевка, 18 апреля 2024 года. – Макеевка: Донбасская аграрная академия, 2024. – С. 12-15

10. Амолин А. В. Спектр кормовых растений пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera, Megachilidae) в Донбассе / А. В. Амолин, Н. Н. Кузичева, И. Н. Оголь // Труды Русского энтомологического общества. – 2024. – Т. 95, № 2. – С. 63-75.

11. Андреев А. В. Пчелиные опылители плодовых в Молдавии / А. В. Андреев, В. С. Стратан, Е. Н. Урсу // Тезисы IX съезда Всесоюзного энтомологического общества. 1984. – С.1-24.

12. Бабкина О. В. Практические вопросы использования шмелей для опыления томатов / О. В. Бабкина // Гавриш. – 2010. – № 1. – С. 36-38.

13. Булкин С. П. Книга о Донбассе / А. М. Максимов, М. М. Трифионов, Я. И. Бондаренко // 2-е изд., перераб. и доп. - Донецк: Донбасс, 1977. – 319 с.

14. Гауль А. М. А. Экология гнездования дикой пчелы *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.: ФГБУН «Ордена трудового

красного знамени Никитский ботанический сад. Национальный научный центр РАН» – Ялта– 2019 – 26 с.

15. Голиков В. И. Технологические аспекты разведения одиночной пчелы *Osmia rufa* (L.) / В. И. Голиков // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021 – № 72(6) – С.234-241.

16. Гиш Р. А. Современная практика использования медоносных пчел и шмелей для опыления овощных культур в защищенном грунте: учебное пособие для вузов / Р. А. Гиш. // Санкт-Петербург: Лань, 2023. – №3 – 100 с.

17. Гребенников В. С. Разъемные гнездоблоки для одиночных пчел / В. С. Гребенников. // Пчеловодство. – 1973. – №9. – С.39-41

18. Гребенников В. С. Привлечение ос-энтомофагов и микрозаповедники / В. С. Гребенников // Природа. – 1975. - № 4. - С. 92-93.

19. Гребенников В. С. Охрана и использование диких насекомых опылителей / В. С. Гребенников // Насекомые - опылители сельскохозяйственных культур. Новосибирск: Сибирское отделение ВАСХНИЛ. – 1982. – С. 3-10.

20. Гробов О.Ф. Методические рекомендации по изучению возбудителей болезней и вредителей пчел-листорезов / Л. Н. Гузева, К. С. Чернов, О. П. Шацкая, Н. Д. Добрынин // М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 69 с.

21. Гукало В. М. Бджоли роду *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae), особливості їх біології, екології та промислового розведення і використання в умовах Лісостепу України / В. М. Гукало // Автореферат дис. ... кандидата біол. наук. – Харків: Харківський державний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, 1998а. – 21 с.

22. Гутбир А. О классификации и развитии гнезд ос и пчел / А. Гутбир // Труды Русского энтомологического сообщества. – 1916. – С. 1-57.

23. Жантиев Р. Д. Экология и классификация жуков-кожееда (Coleoptera, Dermestidae) фауны Палеарктики / Р. Д. Жантиев // Зоологический журнал. – 2009. – Т. 88, № 2. – С. 176-192.
<https://www.zin.ru/ANIMAlIA/Coleoptera/rus/sukhderm.htm>

24. Зерова М. Д. Хальциды (Hymenoptera, Chalcidoidea) -Паразиты Пчел-метахилид (Hymenoptera, Megachilidae) фауны СССР / М. Д. Зерова, Л. П. Ромасенко // Зоологический журнал. – 1986. – Т.65. – С. 1635-1643.
25. Зинченко Б. С. К разведению одиночных пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) – опылителей люцерны / Б. С. Зинченко // Междунар. симп. по пчелоопылению энтомофильных культур и медоносной базе пчеловодства. Кишинев: Апимондия. 1981. – С.26-27.
26. Зинченко Б. С. Опылитель сельскохозяйственных культур / Б. С. Зинченко // Пчеловодство. – 1984. – № 1. – С. 16.
27. Зинченко Б. С. К разведению одиночных пчелиных (Hymenoptera, Megachilidae) - опылителей люцерны и плодовых культур / Б. С. Зинченко // 9-й съезд Всесоюзного энтомологического общества. Тезисы докл. (Киев, октябрь 1984). Киев: Наук. Думка. – 1984. – Ч.1. – С. 183-184.
28. Зинченко Б. С. Рыжая осмия – опылитель / Б. С. Зинченко, В. Н. Гукало // Пчеловодство. – 1991. – № 7. – С. 44–45.
29. Зинченко Б. С. Гукало В. Н. Размещение гнездовых рыжей осмии / Б. С. Зинченко, В. Н. Гукало // Пчеловодство. – 1991. № 11. – С. 39.
30. Зинченко Б. С. О доместикации диких одиночных пчел – опылителей плодово-ягодных и тепличных культур / Б. С. Зинченко, В. Н. Гукало. // Тезисы докладов 6-го съезда Украинского общества генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова. – Киев: Национальная Академия наук Украины, 1992. Часть 1. – С. 168-169.
31. . Зинченко Б.С. Рыжая осмия в теплицах / Б. С. Зинченко, В. Н. Гукало // Пчеловодство. – 1993. № 4. – С. 28-30.
32. Зінченко Б. С. Рогата осмія в садах / Б. С. Зінченко, В. Н. Гукало // Український пасічник. – 1993. – № 8. – С. 27-28.
33. Иванов С. П. Конструктивные особенности искусственных гнездовых для одиночных пчел / С. П. Иванов // Насекомые опылители сельскохозяйственных культур: Новосибирск, 1982. – С.79-83.

34. Иванов С. П. Природоохранные аспекты использования искусственных гнездилищ для диких пчел - мегахилид / С. П. Иванов // Природные комплексы Крыма, их оптимизация и охрана. Симферополь: СГУ, – 1984. – С. 105-109. Иванов С. П. Стратегия выбора и использования полости гнезда дикими пчелами (Apoidea, Megachilidae) / С. П. Иванов // Ученые записки Таврического национального ун-та им. В. И. Вернадского. – Симферополь: ТНУ, 2001. – № 2. – С. 89-94.

35. Иванов С. П. Влияние условий отрождения пчел *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) на заселение ульев Фабра / С. П. Иванов // Издательство Харьковского энтомологического общества. – 2006 – С. 93-96.

36. Иванов С. П. Гнездование пчелы *Osmia rufa* (Hymenoptera, Megachilidae): строение и состав гнезд / С. П. Иванов // Энтномол. обозр. – 2006. – Т. 85, Вып. 2. – С. 351–364.

37. Иванов С. П. Структура трофических связей диких пчел *Osmia cornuta* и *Osmia rufa* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) в Крыму / С. П. Иванов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана (Тематич. сб. научн. тр.). – Симферополь: ТНУ, 2006а. – Вып. 16. – С. 136-146.

38. Иванов С. П. Бионотия пчел-мегахилид (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) и эволюция их гнездостроительных инстинктов // Дисс. ... доктора биол. наук. – Київ: Институт защиты растений, 2007. – 555 с.

39. Иванов С. П. Механизмы, обеспечивающие беспрепятственный выход молодых пчел-мегахилид (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) из линейных гнезд / С. П. Иванов // Вестник Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Серия: биология. – 2009. – Выпуск 9 (№856). – С. 108– 116.

40. Иванов С. П. Методы изучения биологии и экологии диких пчел в природе и лаборатории. Часть 1. – Симферополь. 2011. – 77 с.

41. Иванов С. П. Экспериментальный подход к оценке степени колоничности диких одиночных пчел (Hymenoptera: Apoidea) / С. П. Иванов, Ю. Э.

Зданевич // Естественный альманах (Сб. научн. работ). Серия «Биологические науки». – Херсон: Персей, 2001. – С. 15–20.

42. Иванов С. П. Поддержка популяций диких пчел-мегахилид в местах естественного гнездования в Крыму / В. Ю. Жидков, А. В. Фатерыга // Фальцфейнівські читання. – Херсон: Терра. – 2005. – Т. 1. – С. 209-213.

43. Иванов С. П. Чеклист пчел-мегахелид (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) фауны Крыма / М. А. Филатов, А. В. Фатерыга // Экосистемы. – 2007 – С. 3-12.

44. Иванов С. П. Отклонения в порядке размещения полов и нарушения соответствия «масса – пол» в гнездах пчел-мегахилид (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). Сообщение I. / С. П. Иванов, М. А. Кобецкая // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2011а. – Вып. 5 (24). – С. 105–115.

45. Иванов С. П. Методика изучения структуры трофических связей диких пчел мегахилид (Hymenoptera, Megachilidae) по результатам анализа состава пыльцы из ячеек гнезд и скопы самок / С. П. Иванов, Э. А. Ментазова // Экосистемы. – 2016. – С. 66-86.

46. Иванов С. П. Влияние конструктивных особенностей ульев Фарба на их привлекательность для пчел-осмий *Osmia bicornis* (L.) и *O. cornuta* (Latr.) (Apoidea, Megachilidae) / С. П. Иванов, В. Ю. Жидков, А. М. А. Гауль // Экосистемы. – 2018. – С. 68-79.

47. Иванов С. П. Особенности экологии пчелы *Osmia cornuta* (Apoidea, Megachilidae) / С. П. Иванов, А. М. А. Гауль // Экосистемы. – 2019. – С. 55-61.

48. Иванов С. П. Жалящие перепончатокрылые (Hymenoptera, Aculeata), заселяющие гнезда-ловушки в Крыму / С. П. Иванов, А. В. Фатерыга, В. Ю. Жидков // Энтомологическое обозрение. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 90-70.

49. Кузичева, Н. Н. Предварительные сведения о паразитировании мухи *Cacoxenus indagator* (Diptera: Drosophilidae) в гнездах пчелы *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) на приусадебных участках г. Донецка и г. Харцызска / Н. Н. Кузичева, А. В. Амолин // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития

Донбасса : Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых, Донецк, 17–20 октября 2017 года / Под общей редакцией С.В. Беспаловой. Том 2. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2017. – С. 138-140.

50. Кузичева, Н. Н. Гнездостроительная активность и репродуктивная способность *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae, Osmiini) / Н. Н. Кузичева, П. Б. Должанов // Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств : материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 06–07 февраля 2020 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2020. – С. 30-33.

51. Кузичева, Н. Н. Трофические связи *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae, Osmiini) в Г. Харцызске / Н. Н. Кузичева // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Материалы V Международной научной конференции, Донецк, 17–18 ноября 2020 года / Под общей редакцией С.В. Беспаловой. Том 2. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2020. – С. 282-284.

52. Кузичева, Н. Н. К изучению морфологии лабио-максиллярного комплекса пчелы *osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: megachilidae) / Н. Н. Кузичева // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: Материалы VIII международной научно-практической конференции, Воронеж, 23–25 ноября 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 127-132.

53. Кузичева Н. Н. Характер поражения гнезд пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) клептопаразитической мухой *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 (Diptera: Drosophilidae) / Н. Н. Кузичева, А. В. Амолин // Экосистемы. – 2024. – № 39. – С. 53-62.

54. Кузичева, Н. Н. Биохимические показатели пчел *Osmia cornuta*, обеспечивающие диапаузу / Н. Н. Кузичева, А. Г. Маннапов, А. В. Жевнеров // Пчеловодство. – 2025. – № 3. – С. 62-64.

55. Кузичева, Н. Н. Аминокислотный обмен в гемолимфе пчел *Osmia cornuta* в период диапаузы и после нее / Н. Н. Кузичева, А. Г. Маннапов, А. В. Жевнеров // Пчеловодство. – 2025. – № 4. – С. 58-60.

56. Кузичева, Н. Н. Масса коконов пчел *Osmia cornuta* в период диапаузы / Н. Н. Кузичева, А. Г. Маннапов // Пчеловодство. – 2025. – № 5. – С. 60-61.

57. Кузичева Н. Н. Практическое использование гнездовых блоков при искусственном разведении пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) в условиях открытого грунта / Н. Н. Кузичева, А. Г. Маннапов // Естественные и технические науки. – 2025. – Вып. 6. – С. 213-218.

58. Куприянова А. Н. Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР / Л. А. Алешина // Ленинград: Наука, 1978. – 225 с.

59. Кутлин Ю. Н. Функциональная значимость аминокислот в раннем онтогенезе рабочих пчел / Ю. Н. Кутлин, А. Г. Маннапов // Пчеловодство. – 2025. – № 4. – С. 12-14.

60. Мокеева Т. В. Эколого-биологическая характеристика одиночной пчелы *Osmia rufa* и ее естественных врагов в западном Предкавказье. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.: ФГБОУ ВО «Кубанском государственном университете» – Краснодар–2007 – 20 с

61. Малышев С. И. Наставления к собиранию и изучению гнезд пчел и некоторых других перепончатокрылых / С. И. Малышев // Л: Изд-во АН СССР, – 1931а. – 81 с.

62. Малышев С. И. Дикie опылители на службе человека. / С. И. Малышев // М.-Л.: Наука. – 1963. – 68 с.

63. Мариковская Т. П. Смешанные колонии ос и пчел в искусственных гнездовьях / Т. П. Мариковская // Защита растений. – 1980 – № 8. – С. 49-50.

64. Мариковская Т. П. Одиночные пчелиные, заселяющие искусственные гнездовья в садах предгорий Заилийского Алатау / Т. П. Мариковская // Насекомые- опылители сельскохозяйственных культур. Новосибирск: Сиб. отдел. ВАСХНИЛ, 1982а. – С. 86-90.

65. Мариковская Т. П. Пчелиные опылители сельскохозяйственных культур / Т. П. Мариковская // Алма-Ата: Наука. – 1982b. – 115 с.

66. Мариковская Т. С. Сохранение разнообразия жалящих перепончатокрылых (Hymenoptera) в антропогенных биотопах Юго-восточного Казахстана с помощью искусственных приманочных гнездищ / П. А. Есенбекова, В. Л. Казенас // Структура и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах: Тезисы I междунар. конф., Днепропетровск, 17-20 сентября 2001 г. – Днепропетровск: ДНУ, – 2001. – С. 80-82.

67. Олифир В. Н. Привлечение одиночной пчелы *Osmia rufa* L. в искусственные гнездилища // IX съезд Всес. энтомол. об-ва (Тез. докл.). – К.: Наук. думка, 1984. – Часть 2. – С. 97.

68. Олифир В. Н. Усовершенствованное гнездилище для пчелиных, рода *Osmia* / В. Н. Олифир, И. И. Шалимов // – 1988. – С.80-82

69. Олифир В. Н. Разведение и содержание диких пчел. / В. Н. Олифир // Донецк : АСТ-СТАЛКЕР, 2005. – 138 с.

70. Попов В.В. Перепончатокрылые – Hymenoptera / В. В. Попов // Живой мир СССР. – Т. 5. Горные области Европейской части СССР. Крым. – Москва – Ленинград: Изд-во Академии Наук СССР. – 1958. – С.100-115.

71. Преображенский В. С. Очерки природы Донецкого края / Акад. наук СССР. Институт географии. - Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1959. – 199 с.

72. Радченко В. Г. Новый тип гнезда без ячеек, обнаруженный у пчелы *Metallinella atrocaerulea* (Hymenoptera, Megachilidae) / В. Г. Радченко // Энтомол. обозр. – 1978. – Т.57. – вып.3. – С.515-519

73. Радченко В. Г. Биология шмелиной семьи. / В. Г. Радченко // Киев: Ин-т зоол. АН УССР. – 1989а. – 55 с.

74. Радченко В. Г. Основные тенденции в эволюции гнездования пчел (Hymenoptera, Apoidea) / В. Г. Радченко // Успехи энтомологии в СССР: Насекомые перепончатокрылые и чешуекрылые. Материалы 10-го съезда Всес. энтомолог. о-ва (Ленинград, сент. 1989) Л.: Зоологический институт. – 1990. – С. 102-104.

75. Радченко В. Г. Некоторые способы повышения люцерновой пчелы-листореза (Hymenoptera, Apoidea) в условиях разведения / Ю. А. Песенко, Н. Ю. Малышева, В. Г. Веселовский // Вестн. зоол. – 1993.

76. Радченко В. Г. Биология пчел. / Ю. А. Песенко // С.-Петербург: ЗИН РАН, – 1994. – 350 с

77. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика: [Учеб. пособие для биол. фак. ун-тов] / П. Ф. Рокицкий // Минск: Вышэйш. шк., – 1973. – 320 с.

78. Романькова Т. Г. Использование приманочных гнезд для изучения жалящих перепончатокрылых (Hymenoptera, Aculeata) в Приморском крае / А. В. Романьков // Перепончатокрылые Восточной Сибири и Дальнего Востока. – 1986. – С.130-137.

79. Ромосенко Л. П. К изучению гнездостроящих пчёл-мегахилид (Apoidea, Megachilidae) Крымского заповедно-охотничьего хозяйства / Л. П. Ромосенко // Вестник зоология – 1980. - №6. – С. 72-77.

80. Ромосенко Л. П. Гнездостроящие мегахилиды (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) Украины и их экологические особенности: Автореферат Диссертация кандидата биол. Наук / Л. П. Ромасенко // – Киев: Институт зоологии АН УССР. – 1984. – С. 23.

81. Ромосенко Л. П. Гнездостроящие мегахилиды (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) Украины и их экологические особенности: Диссертация кандидата биологических наук. / Л. П. Ромосенко // – Киев: Институт зоологии АН УССР. – 1984. – С. 297.

82. Рева М. Л. Природные условия Донбасса и их особенности / Я. И. Бондаренко // Охрана и рациональное использование природы Донбасса: Сборник статей. Л.: Географическое общество СССР. – 1976. – С. 3-26.

83. Симоненко В. Д. Очерки о природе Донбасса / В. Д. Симоненко // Донецк : Донбасс, 1977. – 147 с.
84. Тыщенко В. П. Физиология насекомых / В. П. Тыщенко // Учеб. пособие для студентов университетов, обучающихся по специальности «Биология». – Москва: Высшая школа, 1986. – 303с.
85. Фабр Ж. А. Инстинкт и нравы насекомых / Ж. А. Фабр / [под. ред. И. Я. Шевырева]. – СПб.: Изд-во А. Ф. Маркса, 1898. – 590 с.
86. Фасулати К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных /К. К. Фасулати // Учебное пособие для биологических специальностей университетов. – Москва: Высшая школа. – 1971. – №2. – С. 424.
87. Alford D.V. Bumblebees. /D.V. Alford // London: Davis-Poynter, 1975. – 352 p.
88. Amolin A. V. The Range of Forage Plants of the Bee *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera, Megachilidae) in Donbass. / A. V. Amolin, N. N. Kuzicheva, I. N. Ogol // Entomological Review. – Vol. 104. – № 5 – 2024. – P. 337-346.
89. Asensio E. *Osmia cornuta* Latr pollinisateur potentiel des arbres fruitiers es Espagne (Hymenoptera, Megachilidae), la Ve Symposium International sur la Pollinisation. / E. Asensio // France, Paris. – 1984. – P. 461-465.
90. Batra S.W.T. Behavior of some social and solitary halictine bees within their nests: a comparative study (Hymenoptera: Halictidae) / S.W.T. Batra //J. Kansas entomol. Soc. – 1968. – Vol.41, N 1. – P.120-133.
91. Banaszak J. Megachilid bees of Europe / L. Romasenko //Bydgoszcz. – 2001. – 240 p.
92. Bischoff H. Hymenoptera. / H. Bischoff, P. Schulze//Biologie der Tiere Deutschlands.Berlin: Borntraeger, 1923. – 156 pp.
93. Bosch J. Parasitism in wild and managed populations of the almond pollinator *Osmia cornuta* Latr (Hymenoptera, Megachilidae). / J. Bosch // J. Apic. Res. – 1992. –Vol.31, N.2. – P.77-82

94. Bosch J. Improvement offield management of *Osmia cornuta* (Latreille) (Hymenoptera, Megachilidae) / J. Bosch // *Apidologie*. 1994a – Vol.25. – P. 71-83.
95. Bosch J. *Osmia cornuta* Latr. (Hym., Megachilidae) as a potential pollinator in almond orchards. Releasing methods and nest-hole length / J. Bosch // *J. Appl. Entomol.* – 1994b – Vol.117. – P. 151-157.
96. Bosch J. Foraging behavior and polli nating efficiency of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on almound (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). / J. Bosch, M. Blas // – 1994. – Vol. 29. – P. 1-9.
97. Bosch J. Development and emergence of the orchard pollinator *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) / J. Bosch, W. P. Kemp // *Environ. Entomol.* – 2000. – Vol. 29, N 1. – P. 8–13.
98. Bosch J. How to manage the blue orchard bee, *Osmia lignaria*, as an orchard pollinator. / W. P. Kemp // *Sustainable Agriculture Network*, Washington DC. – 2001 – P.1-85.
99. Bosch J. Production of undersized offspring in a solitary bee. *Animal Behaviour*. – 2008 – Vol.75. – P. 809-816.
100. Bosch J. Life cycle ecophysiology of *Osmia mason* bees used as crop pollinators. / F. Sgolastra, W. Kemp // *Researchgate*. – 2008. – P.1-19. DOI:[10.1093/acprof:oso/9780195316957.003.0006](https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195316957.003.0006)
101. Bosch J. Relationship between body size, provisioning rate, longevity and reproductive success in females of the solitary bee *Osmia cornuta* / N. Vicens // *Behavioral Ecology and Sociobiology*. – 2006. – Vol. 60. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00265-005-0134-4>
102. Bosch J. Sex allocation in the solitary bee *Osmia cornuta*: do females behave in agreement with Fisher's theory? / J. Bosch, N. Vicens // *Behav. Ecol. Sociobiol.* – 2005.– Vol.59, N.1. – P.124-132
103. Bohart G. E. Management of wild bees for the pollination of crops / G. E. Bohart // *Annu. Rev. Entomol.* – 1972. – Vol.17. – P. 287-312.

104. Bohart G. E. Insect pollinators of alfalfa grown for seed / G. E. Bohart, W. P. Nye // Insects and nematodes associated with alfalfa in Utah, Logan: Utah Agric, Exper, Station. – 1976. – P.33-45.
105. Boucek Z. Index entomophagous insects. Vol.3. Palearctic Eulophidae (excl Tetrastichinae). (Hym Chalcidoidea) / Z. Boucek, R. R. Askew // Paris: Le François. – 1968. – 254 p.
106. Bergman P. Mictome-teorogical impacts on insect activity and plant reproductive success in an Alpine environment/ P. Bergman, U. Molau, B. Holmgren // Swedish Lapland. – 1996. – Vol 28. – P. 196-202.
107. Burrill, R. M. The response of honey-bees to variations in solar radiation and temperature. / R. M. Burrill, A. Dietz // – Apidologie. – 1981. – Vol. 12. – P. 319-328.
108. Cane J. H. A brief review of monolecty in bees and benefits of a broadened definition. / J. H. Cane // Apidologie. – 2020 DOI: 10.1007/s13592-020 00785-y
109. Chong C. H. First Report of *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae) as a Museum Insect Pest / C. H. Chong, J. Jeffery, N. W. Ahmad, H. S. Kiang, B. Omar, H. Othman, L. H. Lim // Sains Malaysiana. – 2010 – Vol. 39. N 2 – P. 329-331
110. Chmielewski W. Biology of *Chaetodactylus osmiae* (Duf. 1866) (Acarida, Chaetodactylidae) – Polleneater phoretic on solitary bees (Apoidea) / W. Chmielewski // Pszczelnicze Zeszyty Naukowe. – 1993. – 37. – P. 133–143.
111. Chmielewski W. The mites (Acarina) found on bumble-bees (*Bombus* Latr.) and in their nests / W. Chmielewski // Ecol. Polska. – 1971. – Vol.19, N 4. – P.57-71.
112. Coutin R. Biologie et comportement de *Cacoxenus indagator* Loew (Dipt., Drosophilidae) cleptoparasite d'*Osmia cornuta* Latr. (Hym., Megachilidae) / R. Coutin, R. Desmier de Chenon // Apidologie. – 1983. – Vol. 14, N 3. – P. 233–240.

113. Gerber H. S. Sex control by bees: a voluntary act of egg fertilization during ovoposition. / E. C. Klostermeyer // Science. – 1970. – N.167 – P. 82-84
114. Grissell E. E. A new *Leucospis* Fabricius (Hymenoptera: Leucospidae), the first reported gregarious species. / S. A. Cameron // Journal of Hymenoptera Research. 2002. – Vol.11. – P. 273-277.
115. Eisikowitch, D. Effect pollination of *Pancreatum maritimu daceae* by hawkmoths *Lepidooter* / D. Eisikowitch, J. Galil // Animal Ecology. – 1971. – Vol. 40. – P. 673-678.
116. Eickwort G.C. Classification of nest architecture of bees in the tribe Augochlorini (Hymenoptera: Halictidea; Halictinae), with description of a Brazilian nest of *Rhinocorynura inflaticeps*. / G. C. Eickwort, S. F. Sakagami // Biotropica. – 1979. – Vol. 11. – № 1. – P. 28-87.
117. Fabre J. H. Souvenirs entomologiques. Etudes sur l'instinct et les mœurs des insectes. / J. H. Fabre // Paris. – 1891. – Vol. 3. – P. 327.
118. Fateryga A. V. Megachilid-bees (Hymenoptera: Megachilidae) of the Crimean Peninsula. / A. V. Fateryga, S. P. Ivanov, M. A. Filatov // Entomofauna. – 2018. – Vol.31/1, N.11. – P. 235-283.
119. Free J. B. 1960. The pollination of fruit trees / J. B. Free // Bee Wo. – 1960 – P.141-169.
120. Free J. B. Preliminary investigations on the occupation of artificial nests by *Osmia rufa* L. (Hymenoptera, Megachilidae)/ I. H. Williams // J. appl. Ecol. – 1970. – Vol. 7, N 3. – P.559-566.
121. Free J. B. Insect pollination of crops. / J. B. Free // Academic, 1993.
122. Friese H. Das Tierreich. Lieferung 28: Hymenoptera. Apidae I. Megachilinae. – Berlin: Friedlander, 1911. – 440 p.
123. Hartman C. G. Note on the habits of *Osmia georgica* Cresson as ascertained by the glass-tube method / C. G. Hartman // Psyche. – 1944. – Vol.51, N 3/4. – P.162-165.

124. Hasselrot T. B. Studies on Swedish bumblebees (genus *Bombus* Latr.). Their domestication and biology / T. B. Hasselrot // Opusc. entomol. – 1960. – Suppl. 17. – P.192.
125. Haverhorst P. De ledige cel in de nesten van graafbijen en graafwespen / P. Haverhorst // Entomol. Ber. – 1933. – Vol. 8, N.190. – P.471-475.
126. Heroin D. J. Étude des constriction d'*Osmia cornuta* (Hymenoptera, Apoidea) apres injections de produits marques / D. J. Heroin // Compte rendu Soc. biol. – 1966. – Vol.160, N 11. – P.2027-2030.
127. Hirashima Y. Notes on the utilization of *Osmia cornifrons* as a pollinator of apples / Y. Hirashima // Konty. – 1963a. – Vol. 31. – P.280.
128. Hirashima Y. Further notes on the utilization of *Osmia cornifrons* as a pollinator of apples / Y. Hirashima // Kontyu. – 1963b. – Vol. 31. – P.296.
129. Hobbs G. A. Controlling insect enemies of the alfalfa leaf-cutter bee, *Megachile rotundata* / G. A. Hobbs // Canad, Entomol. – 1968b. – Vol.100, N7. – P. 781-784.
130. Holm S. N. Experiments on the domestication of bumble-bees (*Bombus* Latr.) in particular *B. lapidarius* and *B. terrestris* / S. N. Holm // Yearbook. roy, Vet. Agric. College, Copenhagen. – 1960. – P. 1-19.
131. Iwata K. Gigantism and dwarfism in bee eggs in relation to the modes of life, with notes of the number of ovarioles / K. Iwata, S. F. Sakagami // Japan. J. Ecol. – 1966. – Vol. 16, N 1. – P. 4–16.
132. Karg W. Die mit Arten der Gattung *Bombus* Latreille vergesellschafteten Raubmilben der Gattung *Parasitus* (Latreille, 1795) (Acarina, Parasitiformes) / W. Karg // Zool. Jb. (Abt. Syst.). – 1985. – Vol. 112, H.4. – P.525-535.
133. Kevan P. G. Baker H. G. Insects as flower visitors and pollinators. / P. G. Kevan, H. G. Baker //Annu. Rev. Entomol. – 1983. – Vol. 28. – P. 407-453.
134. Klein A. M. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry system on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps / I. Steffan-Dewenter, D. Buchory, T. Tscharntke, I. Steffan-Dewenter, D. Buchory, T. Tscharntke // Conservation Biology. – 2002.- Vol. 16, N 4. – P. 1003-1014.

135. Klein A. M. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. / B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2007. – Vol. 274. – P. 303-313.

136. Krantz G. W. A new genus and two new species of hypoaspidine mites (Acari: Laelapidae) associated with old world carpenter bees of the tribe Xylocopini (Hymenoptera: Apidae: Xylocopa). / G. W. Krantz // *International Journal of Acarology*. – 1998 – Vol. 24 – 291-300.

137. Kratschmer S. Pollen availability for the Horned mason bee (*Osmia cornuta*) in regions of different land use and landscape structures. / S. Kratschmer, B. Petrovic, M. Curto, H. Meimberg // *Ecological Entomology* – 2019 – Vol. 45. N 3. – P. 11–13

138. Krombein K.V. Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests, and associates. / K.V. Krombein // Washington: Smithsonian Inst. Press, 1967. – 570 p.

139. Krombein K. V. Notes on trap-nesting Sri Lankan wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae, Pompilidae, Sphecidae, Colletidae, Megachilidae) / K. V. Krombein, B. B. Norden // *Proc. entomol. Soc. Washington*. – 2001. - Vol. 103, N 2. – P. 274-281.

140. Krunic M. Ecological studies of *Osmia cornuta* (Latr.) (Hymenoptera, megachilidae) populations in Yugoslavia with special attention to their diapause. / L. Stanisavljevic, M. Brajkovic, Z. Tomanovic, I. Radovic // *Acta Horticulturae*. – 2001. – Vol. 561 – P. 297-301 DOI:10.17660/ActaHortic.2001.561.45

141. Krunic M. The accompanying fauna of *Osmia cornuta* and *Osmia rufa* and effective measures of protection. / L. Stanisavljevic, M. Pinzauti, A. Felicioli // *Bull. Insectology*. – 2005. – Vol. 58, N.2. – P. 141-152.

142. Kuzicheva, N. N. A Contribution to the Study of Pollination of Alfalfa *Medicago Sativa* (L.) by Bees *Osmia Cornuta* (latreille, 1805) (HYMENOPTERA: MEGACHILIDAE) in the Donbass Region / N. N. Kuzicheva // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2022. – Vol. 1043, N.1. – P. 012042.

143. Ladurner E. Pollination of caged hybrid seed red rape with *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera Megachilidae and Apidae). / F. Santi, B. Maccagnani, S. Maini // Bulletin of Insectology. – 2002–Vol.55. – P. 9-11.
144. Lee S. W. Distribution and collection of *Osmia* bees in the mountain areas of Korea / S. W. Lee, K. H. Choi, D. H. Lee // Korean. J. Appl. Entomol. – 2002. – Vol. 41, N 4. – P. 263-267.
145. Levin M. D. Artificial nesting burrows for *Osmia lignaria* Say // J. econom. Entomol. – 1957. – Vol. 50, N 4. – P. 506-507.
146. Locatelli F. Focal and temporal release of glutamate in the mushroom bodies improves olfactory memory in *Apis mellifera* / G. Bundrock, U. Muller // Neurosci. – 2005 – Vol. 25. – P. 11614–11618.
147. Maccagnani B. *O. cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit and seed set / B. Maccagnani, E. Ladurner, F. Santi, G. Burgia // Apidologia. – 2003 – Vol. 34. – P. 207-216.
148. Macfarlane R. P. A review of insects, spiders and mites predaceous on bumble bees (Bombinae) in North America // Proc. entomol. Soc. Ontario. – 1973. – Vol.104. – P.27-30.
149. Maeta Y. A preliminary study on the physical control of *Melittobia acasta* (Walker) by cold treatment (Hymenoptera: Eulophidae) / Y. Maeta // Bull. Tohoku natur, agron, exper, Station. – 1978. – Vol. 58. – P. 211-229.
150. 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) / Y. Maeta // Bull. Tohoku natur, agron. exper. Station. – 1978. – Vol. 57. – P.1-221.
151. Malyshev S. J. Nistgewohnheiten der Steinbienen *Lithurgus* Latr. (Apoidea) / S. J. Malyshev // Ztschr. Morphol. u. Ökol. Tiere. – 1930. – Vol. 19, N.1.– P. 116-134.
152. Malyshev S. J. The nesting habits of solitary bees. A comparative study. // Eos. – 1936. – T.11. – P.201-309.

153. Malyshev S. J. Lebensgeschichte der Osmien (*Osmia* Latr.) (Hymen. Apoidea) // Zool. Jb.Abt. Syst. – 1937. Bd 69, H.2. – S.93-176.
154. Maneval H. Quelques precisions sur le mode de vie de *Ptinus sexpunctatus* Panz. / H. Maneval // Miscel, Entomol. – 1929. – Vol. 31. – P.86-87.
155. Manninger S. A lucernaszabóméh *Megachile rotundata* F. (*M. pacifica* Panzer) magyarországi fészekparazitái / S. Manninger // Növénytermelés. – 1972. Vol.21, N 4. – P. 321-328.
156. Marquez J. Pollens collected by wild and managed populations of the potential polinator *Osmia cornuta* / J. Bosch, N. Vicens. // Latreille.J.Appl Entomol. – 1994 – Vol.117. – P. 353-359.
157. Martinez del Rio. Nectar production and temperature dependent pollination in *Mirabilis jalapa*. / C. A. Burquez // Biotropica. – 1986 – Vol. 18. – P.28-31.
158. Michener C. D. The bionomics of a primitively social bee, *Lasioglossum inconspicuum*/ C. D. Michener, A. Wille //Univ. Kansas Sci. Bull. – 1961. – Vol. 42, N 11. – P.1124-1202.
159. Micheli L. Note biologiche e morfologiche sugli imenotteri. / L. Micheli // Boll. Soc. entomol. ital. 1929. – Vol. 61, N 3. – P.34-43.
160. Michener C. D. The Bees of the World / C. D. Michener // Johns Hopkins University Press. – 2007. – 19-21 p.
161. Monzon V. H. Biología de *Osmia cornuta* Ltr. (Hymenoptera; Megachilidae) y su utilización como polinizador de peral (*Pyrus communis*). Ph.D. dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain. 1998.
162. Monzon V. H. Foraging behavior and pollinating effectiveness of *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on 'Comice' pear. / V. H. Monzon, J. Bosch, J. Retana // Apidologie. – 2004. – Vol.35. – P. 575-585.

163. Morato E. F. Biologia e ecologia de *Anthodiocetes moratoi* Urban (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiini) em matas continuas e fragmentos na Amazonia Central, Brasil / E. F. Morato // Rev. Brasil. Zool. – 2001. – Vol. 18, N 3. – P. 729-736.
164. Ollerton J. How many flowering plants are pollinated by animals? / J. Ollerton, R. Winfree, S. Tarrant // Oikos. – 2011. – Vol.120. – P.321-326.
165. Peters D. S. Systematik und Zoogeographie der west-paläarktischen Arten von *Osmia* Panzer, 1806 s. str., *Monosmia* Tkalcu, 1974 und *Qrientosmia* n. subgen. (Insecta: Hymenoptera Megachilidae) /D. S. Peters // Senckenbergiana Biol. – 1978. Vol.58,N 5/6. – P. 287-346.
166. Pouvreau A. Les ennemis des Bourdons, 1.- Étude d'une zoocénose: le nid de Bourdons / A. Pouvreau // Apidologie. – 1973. – Vol. 4, N2. – P. 103-148.
167. Pouvreau A. Les ennemis des Bourdons. I L- Organismes affectant les adultes / A. Pouvreau // Apidologie. – 1974. – Vol.5, N 1. – P.39-62.
168. Pinzauti M. Preliminary investigation of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera : Megachilidae) as a potencial pollinator for blackberry (*Rubus fruticosus* L.) under confined environment / D. Lazzarini, A. Felicioli // Acta Horticult.– 1997. – Vol.437. – P. 329-333.
169. Proshchalykin M. Yu., Fateryga A. V. Family Megachilidae / Annotated Catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphita and Apocrita : Aculeata / Edit. by S. A. Belokobylskij, A. S. Lelej. Saint-Peterburg. – 2017. Suppl. № 6. – 299 p.
170. Roberts R. B. The nesting biology, behavior and immature stages of *Lithurge chrysurus* an adventitious wood-boring bee in New Jersey (Hymenoptera: Megachilidae)/ R. B. Roberts // J. Kansas entomol. Soc. – 1978. – Vol.51, N 4. – P. 735-745.
171. Romasenko L. P. Comparative characteristics of fauna of megachilid bees of reservations and otyher territories of Ukraine / L. P. Romasenko // Changes in fauna of wild bees in Europe. – Bydgoszcz: Pedagogical Univ. – 1995. – P. 65-74.

172. Royce L. A. & G. W. Krantz. 1989. Observations on pollen processing by *Pneumolaelaps longanalis* (Acari, Laelapidae), a mite associate of bumblebees. *Experimental & Applied Acarology*.7: 161-165.
173. Royce L. A. & G. W. Krantz. 2003. A new genus and species of hypaspidine mite (Acari : Laelapidae) associated with a night-flying xylocopine carpenter bee (Hymenoptera : Apidae : Xylocopa) in Thailand. *International Journal of Acarology*.29: 107-111.
174. Saunders E. Hymenoptera Aculeata at Porthcawl / S.Wales // *Entomol. Mon. Mag.* 1904. – Vol.15. – P.12-13.
175. Saez A. Bees increase crop yield in an alleged pollinator-independent almond variety / M. A. Aizen, S. Medici, M. Viel, E. Villalobos, P. Negri // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10. – P. 3177.
176. Sampat G. Body Compositional Changes of Fatty Acid and Amino Acid from the Queen of Bumblebee, *Bombus terrestris* during Overwintering/ C. Kyoung, K. Sangwon, J. Chuleui // *Journal of Apiculture* – 2017. – Vol. 32, N 1. – P. 11-18.
177. Sampson B. J. Biology and management potential for three orchard bee species (Hymenoptera: Megachilidae): *Osmia ribifloris* Cockerell, *O. lignaria* (Say) and *O. chalybea* Smith, with emphasis on the former / G. T. Kirker, S. J. Stringer, J. M. Spiers // *Acta Horticulturae*. – 2009. – Vol. 810. – P.549-556.
178. Seidelmann K. Conditional sex allocation in the red mason bee, *Osmia rufa*. / K. Ulbrich, N. Mielenz // *Behav. Ecol. Sociobiol.* – 2010 – Vol.64, N.3. – P. 337-347
179. Silbernagel E. Ueber den Nestbau der *Osmia rufohirta* Lep. (Hym. Apidae) // *Verh. Mt. Siebenburg, Ver. Naturw. Hermannstadt*. – 1927. – Bd 77. – S.62-63.
180. Sihag R. C. Reproduction in alfalfa pollinating sub-tropical megachilid bees. 1. Functional anatomy and histology of the organs of reproduction / R. C. Sihag // *Zool.* – 1986a. – Vol.216, N 3/4. – P. 191-203.
181. Smith F. Notes on the habits of a bee-parasite *Melittobia acasta* / F. Smith // *Trans, Roy, entomol, Soc, London*. – 1854. – Vol.2. – P. 248-253.

182. Stephen W. P. The biology and external morphology of bees with a synopsis of the genera of northwestern America. / W. P. Stephen, G. E. Bohart, P. F. Torchio // Corvallis: Agric. Exper. Station Oregon State Univ. – 1969. – 140 p.
183. Stephen W. P., Undurraga J. M. Chalk brood disease in the leafcutting bee. // Corvallis: Agric. Exper. Station Oregon State Univ. – 1978. – Vol. 630 – P. 1-7.
184. Steffan-Dewenter I. Nest-site fidelity, body weight and population size of the red mason bee, *Osmia rufa* (Hymenoptera: Megachilidae), evaluated by mark-recapture experiments. / I. Steffan-Dewenter, S. Schiele // Entomol. Gen. – 2004. – Vol.27, N.2. – P.123-132
185. Stockhammer K. A. Some notes of the biology of the blue sweat bee, *Lasioglossum coeruleum* (Apoidea: Halictidae) / K. A. Stockhammer // Kansas entomol. Soc. – 1967. Vol.40, N2. – P177-189.
186. Tasei J. N. Le comportement de nidification chez *Osmia* (*Osmia*) *cornuta* Latr. et *Osmia* (*Osmia*) *rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae) / J. N.Tasei // Apidologie. – 1973a. – Vol.4, N 3. – P.195-225.
187. Tasei J. N. Observations sur le development d'*Osmia cornuta* Latr. et *Osmia rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae) / J. N.Tasei // Apidologie. – 1973b. Vol.4, N 4. – P.295-315.
188. Tasei J. N. Le problème de l'adaptation de Megachile (*Eutricharaca*) *pacifica* Panz. (Megachilidae) américain en France / J. N.Tasei // Apidologie. – 1975. – Vol.6, N 1. – P.1-57.
189. Tasei J. N. Action de deux insecticides sur *Melittobia acasta* Walk, et son hôte: *Megachile pacifica* Pz. (Hymenoptera Eulophidae, Megachilidae). Méthode de prévention du parasitisme / J. N.Tasei // Apidologie. – 1978. – Vol. 9, N 2. – P. 101-110.
190. Tepedino V. J. Temporal variability in the sex-ratio of a nonsocial bee, *Osmia lignaria* propinqua extrinsic determination or the tracking of an optimum. / V. J. Tepedino, P. F. Torchio // Oikos. – 1982. – Vol.38, N. 2 – P.177-182

191. Tepedino V. J. Phenotypic variability in nesting success among *Osmia lignaria propinqua* females in glasshouse environment (Hymenoptera: Megachilidae) / V. J. Tepedino, P. F. Torchio // Ecol. Entomol. – 1982 – Vol.7, N. 4. – P.453-462
192. Torchio P.F. A chalcid wasp parasite of the alfalfa leaf-cutting bee / P. F. Torchio // Farm a, Home Sci. – 1963. – Vol.24, N 1. – P.70-71.
193. Torchio P. F. Field experiments with *Osmia lignaria propinqua* Cresson as a pollinator in almond orchards. I, 1975 studies (Hymenoptera: Megachilidae) / P. F. Torchio // Journal of the Kansas Entomological Society. – 1981. Vol. 54, N 4. – P.815-823.
194. Torchio P. F. Field experiments with the pollinator species *Osmia lignaria propinqua* Cresson, in apple orchards. I, 1975 studies (Hymenoptera: Megachilidae) / P. F. Torchio // Journal of the Kansas Entomological Society. – 1982. – Vol. 55, N 1. – P. 136-144.
195. 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) / P. F. Torchio, E. Asensio // Journal Kansas Entomol. Soc. – 1985. Vol. 58, N 1. – P. 42-52.
196. Torchio P. F. Sex-ratio, body size and seasonality in a solitary bee, *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera, Megachilidae). / V. J. Tepedino // Evolution. – 1980. – Vol.34, N.5. – P. 993-1003.
197. Torchio P. F. Use of non-honey bee species as pollinators of crops. // Proc. Entomol. Soc. Ont. – 1987. – Vol.118. – P.111-124.
198. Torchio P. F. Biology, immature development, and adaptive behavior of *Stelis montana*, a kleptoparasite of *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae). / P. F. Torchio // Ann. Entomol. Soc. Am. – 1989. – Vol.82, N.5. – P. 616-632.
199. Traynor J. A. History of Almond Pollination in California. / J. A. Traynor // Bee World – 2017. – Vol. 94, N.3. – P. 69-79.

200. Thiele R. Nestis biolody and seasonality of *Duckenthidium thielet* Michener (Hymenoptera: Megachilidae), an oligolectic rainforest bee / R. Thiele // J. Kansas. Entomol.Soc. – 2002. – Vol.75, N. 4. – P.274-282.
201. Turner B. D. *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera, Liposcelidae), a stored food pest in the UK. / B. D. Turner // International Journal of Pest Management. – 1994. – Vol.40 – P.179–190.
202. Vandenberg J. D. Spore load of *Ascosphaera* species on emerging adults of the alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata* / J. D. Vandenberg, B. L. Fichter, W. P. Stephen // Appl. a. Environ. Microbiol. – 1980. – Vol.39, N 3. – P.650-655
203. Vicens N. A comparison of the pollinating efficacy of *Osmia cornuta* with *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae) on 'Red Delicious apple. / N. Vicens, J. Bosch, // Environ. Entomol. – 2000 (in press).
204. Vicens N. Analisis de los nidos de algunas *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae) nidificantes en cavidades preestablecidas. / N. Vicens, J. Bosch, M. Blas, // Orsis. – 1993. – P.41-52.
205. Vicens N. Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae) / N. Vicens, J. Bosch // Environ. Entomol. – 2000. – Vol. 29, N 3. – P. 413-420
206. Vicens N. Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on 'red delicious' apple. / N. Vicens, J. Bosch // Environmental Entomology. – 2000a. – Vol.29. – P.235-240.
207. Walter D. E. Of mites and bees: A review of mite-bee associations in Australia and a revision of *Raymentia* Womersley (Acari: Mesostigmata: Laelapidae), with the description of two new species of mites from *Lasioglossum* (Parasphcodes) spp. (Hymenoptera: Halictidae) / D. E. Walter, J. J. Beard, K. L. Walker, K. Sparks // Australian Journal of Entomology. – 2002 – Vol.41, N.2 – P.128-148. doi:10.1046/j.1440-6055.2002.00280.

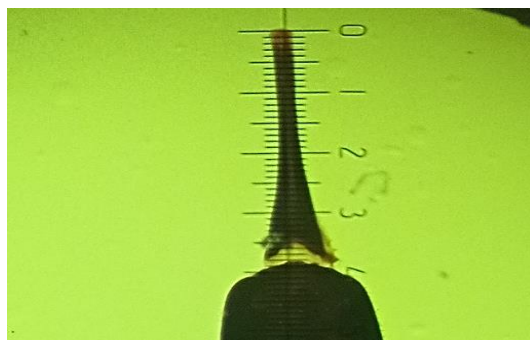
208. Wasielewski O. Overwintering strategies in the red mason solitary bee physiological correlates of midgut metabolic activity and turnover of nutrient reserves in females of *Osmia bicornis* / O. Wasielewski, T. Wojciechowicz, K. Giejdasz, N. Krishnan // *Apidologie*. – 2013. – Vol.44. – P. 642–656
209. Westrich P. Die Wildbienen-Deutschlands. / P. Westrich // Ulmer – Verlag, Stuttgart. – 2018 – 824pp.
210. Winfree R. The conservation and restoration of wild bees. / N. Y. Ann. // *Acad. Sci.* – 2010 – Vol. 1195 – P.169–197
211. Zajdel B. Influence of the presence of *Cacoxenus indagator* Loew. Parasite larvae in brood chambers of the emergence rate and size of red mason bees / B. Zajdel, M. Fliszkiewicz, K. Kucharska, J. Gabka // *Medycyna Weterynaryjna*. – 2016. – Vol. 72, N 9. – P. 567–570.
212. Zaghloul O. A. Assessment of losses in honey yield due to the chalk-brood disease, with reference to the determination of its economic injury levels in Egypt / A. K. Mourad, E. L. Kady, B. Magda, F. M. Nemat, M. E. Morsy // *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. – 2005 – Vol.70, N.4. – P.703-714.
213. Zucchi R. Biological observations on a Neotropical parasocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review of the biology of Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). A comparative study/ R. Zucchi, S. Sakagami, J. M. F. Camargode // *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.* – 1969. – Vol.17, N2. – P. 271-380.
214. Патент СССР на изобретение №1801327, МПК А01К 47/00. Гнездилище для одиночных пчёл: №4926702/15: заявл. 19.03.1991: опубл. 15.03.1993 / В. Н. Олефир, И. И. Шалимов.
215. Патент СССР на изобретение № 1430014, МПК А01К–47/00. Улей для диких пчёл-опылителей: № 42213397/30-15: заявл. 28.01.1987: опубл. 15.10.1988 / М. В. Сарычев, З. Н. Сарычева.
216. Патент на полезную модель №190882 Российская Федерация, МПК: А01К 47/06 (2006.01). Гнездовый блок улья для диких пчёл:

№2019105418: заявл. 26.02.2019: опубл. 16.07.2019 / С. П. Иванов, А. М. А. Гауль, В. Ю. Жидков.

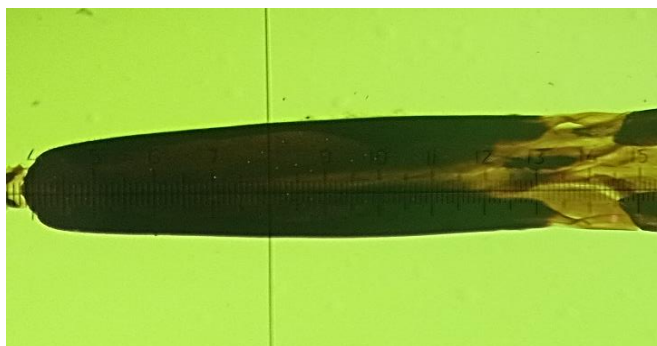
217. Патент на полезную модель № 186445 Российская Федерация, МПК: А01М 1/02. Ловушка для клептопаразитов пчел-осмий: № 2017147102; заявл. 29.12.2017, опубл. 21.01.2019 / С. П. Иванов, А. В. Амолин, А. М. А. Гауль

218. Патент на полезную модель № 220907 U1 Российская Федерация, МПК А01К 51/00, А01К 55/00. Фильтрационный стол для разбора и чистки гнезд диких пчел: № 2023113962: заявл. 29.05.2023 : опубл. 10.10.2023 / Н. Н. Кузичева, А. Г. Маннапов.

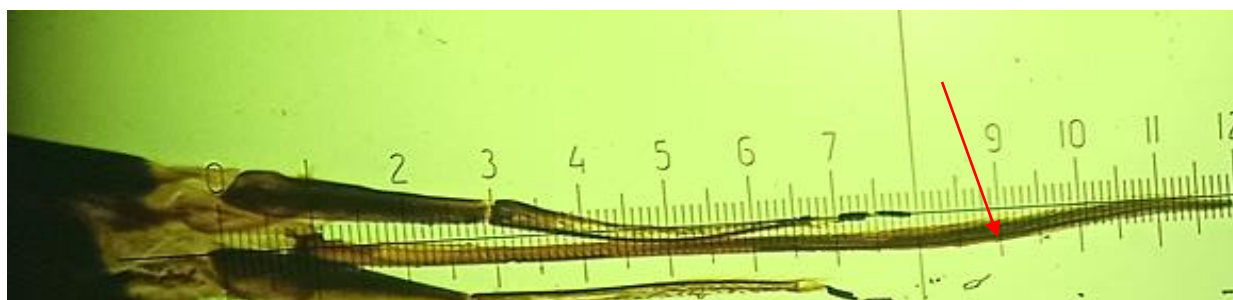
ПРИЛОЖЕНИЯ



а



б



в

Структурные элементы лабио - максиллярного комплекса самки *O. cornuta*

Примечание:

а – ментум (mentum) (под 40^x увеличением);

б – прементум (prementum) (под 40^x увеличением);

в – язычок (glossa) (под 20^x. увеличением).



Схема основных этапов разведения пчел-осмий для опыления плодово-ягодных и тепличных культур по А. В. Амолину



Процесс изучения ооцитов самок *O. cornuta*



а



б



в



г



д



е

Искусственные гнездовые конструкции для привлечения и разведения пчел
O. cornuta

Примечание: а – Одноканальный тростниковый пучок; б – двухканальный тростниковый пучок № 2 установленный под крышей; в – двухканальный тростниковый пучок № 6 установленный на колышке; г – многоэтажное гнездилище № 8 по модификации В. С. Гребенникова; д – деревянные бруски с просверленными продольными каналами различной длины и диаметра; е – модифицированные улья Фабра из ПВХ листов.

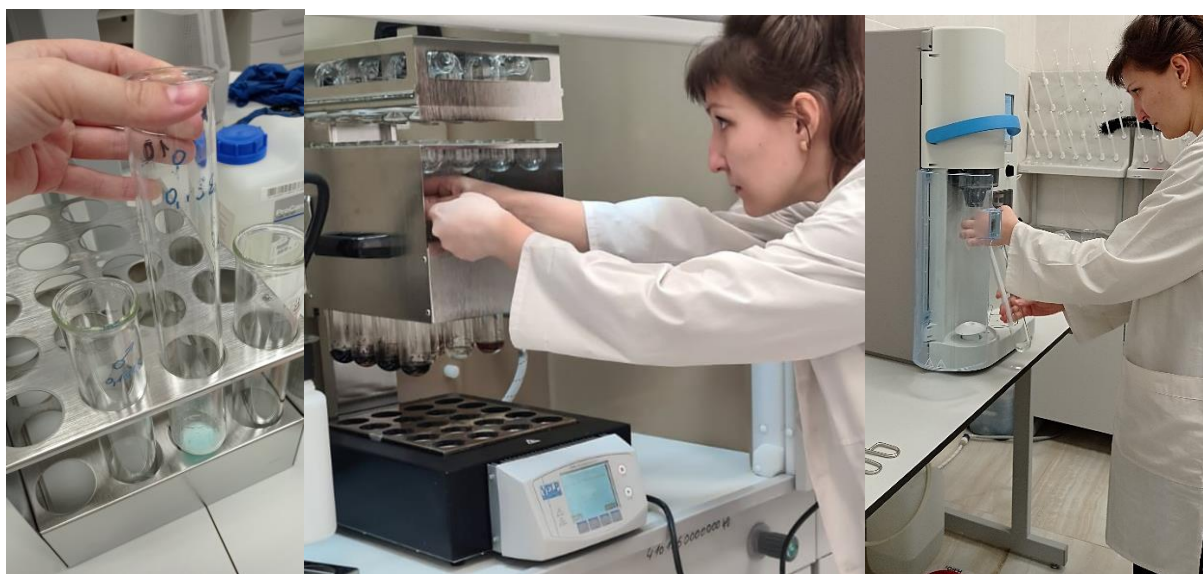




Процесс установления уровня влаги термогравиметрическим методом



Процесс установления концентрации жира методом горячей экстракции под давлением



Процесс установления концентрации азота методом Кьельдаля

Приложение 3



Посещение цветков миндаля самцами *O. cornuta*

Приложение И



Посещение цветков миндаля самками *O. cornuta*

Приложение Й



Фиксация гнездовых блоков с разборными желобчатыми пластинами на опытном участке миндаля (фото Н.Н. Кузичева)

Приложение К



Оценка выхода самок *O. cornuta* из коконов, после их хранения в холодильной камере
16.04.25 год
(фото Н.Н. Кузичева)



Выход самцов *O. cornuta* (опытный участок миндального сада)
14.04.25 год
(фото Н.Н. Кузичева)

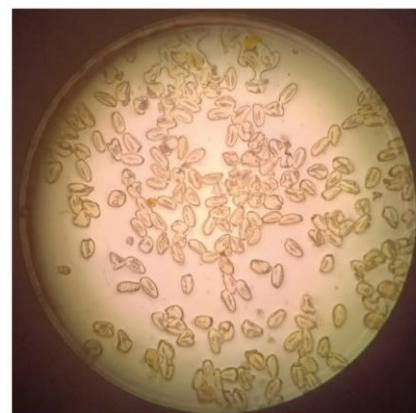


Выход самок *O. cornuta* (опытный участок миндального сада)
16.04.25 год
(фото Н.Н. Кузичева)

Приложение Л

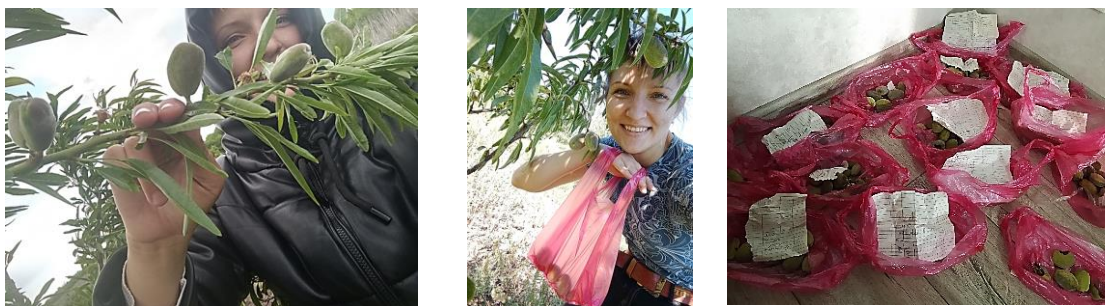


25.04.25 г. Временный препарат пыльцевых зёрен взятых с пыльников цветка миндаля
(фото Кузичева Н.Н.)



25.04.25 г. Временный препарат пыльцевых зёрен взятых со скопы самки *O. cornuta*
(фото Кузичева Н.Н.)

Приложение М



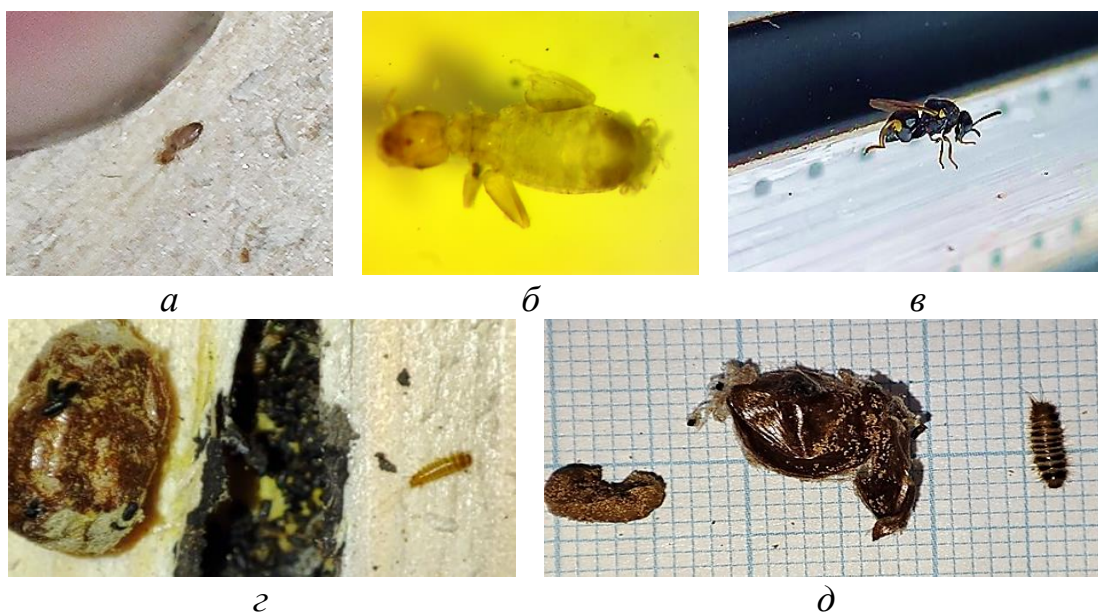
Подсчет завязей, сбор и учет урожая миндаля

Приложение Н



Микроскопическое изучение временных препаратов пыльцы

Приложение О



Паразитическая фауна вторично заселенных гнезд *O. cornuta*
a – *L. bostrychophila*; *б* – *L. bostrychophila* (4-х увеличение); *в* – *L. dorsigera*;
г – *T. glabrum*; *д* – *T. versicolor* (фото Н. Н. Кузичевой).

*а**б**в**г**д**е*

Разбор, анализ, чистка гнездовых блоков с разборными желобчатыми гнездовыми пластинами

Примечание: *а* – общий вид гнездовых блоков с желобчатыми гнездовыми пластинами до заселения; *б* – общий вид заселённого гнездового блока с желобчатыми гнездовыми пластинами; *в* – разбор заселенного гнездового блока с желобчатыми гнездовыми пластинами; *г* – анализ заселенных и незаселённых гнездовых каналов в желобчатых гнездовых пластинах; *д* – зачистка желобчатых гнездовых пластин; *е* – обжиг желобчатых гнездовых пластин пламенем газовой горелки. (фото Н. Н. Кузичевой).

таблица 2 - Оценочная таблица (оценочная частота) гнезд №2 с методикой подсчета №2

Действие 1

	заселено	не заселено	Учит 2
без шурфа	20	1	считают χ^2 с поправкой и df
с шурфом	6	15	
	26	16	42

Действие 3

	заселено	не заселено
без шурфа	$\frac{20}{42} \times \frac{26}{42} \times 42 = 0,5 \times 0,61 \times 42 = 12,6$	$\frac{1}{42} \times \frac{16}{42} \times 42 = 0,5 \times 0,4 \times 42 = 8,4$
с шурфом	$\frac{6}{42} \times \frac{26}{42} \times 42 = 0,5 \times 0,61 \times 42 = 11,6$	$\frac{15}{42} \times \frac{16}{42} \times 42 = 0,5 \times 0,4 \times 42 = 8,4$

Действие 4

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} = \frac{(20-12,6)^2}{12,6} + \frac{(1-8,4)^2}{8,4} + \frac{(6-11,6)^2}{11,6} + \frac{(15-8,4)^2}{8,4} = 4,34 + 6,5 + 3,45 + 5,1 = 19,39$$

Действие 5

Сейчас используется таблица χ^2 в конце учебника "Статистика", "Биометрия"

Вывод: $\chi^2 = 19,39$; $df = 1$

Действие 6 - Сейчас рассчитываем поправку Йейтса для нашей таблицы 2.1.2

Считаем поправку для считаем поправку

$$\chi^2_{corr} = \sum \frac{(O-E-0,5)^2}{E}$$

1) Заселено без шурфа (человек)

$$\chi^2_{corr} = \frac{(20-12,6-0,5)^2}{12,6} = \frac{(6,9)^2}{12,6} = \frac{47,61}{12,6} = 3,77$$

2) Не заселено без шурфа

$$\chi^2_{corr} = \frac{(1-8,4-0,5)^2}{8,4} = \frac{(7,9)^2}{8,4} = \frac{62,41}{8,4} = 7,42$$

3) Заселено с шурфом

$$\chi^2_{corr} = \frac{(6-11,6-0,5)^2}{11,6} = \frac{(6,1)^2}{11,6} = \frac{37,21}{11,6} = 3,21$$

4) Не заселено с шурфом

$$\chi^2_{corr} = \frac{(15-8,4-0,5)^2}{8,4} = \frac{(6,1)^2}{8,4} = \frac{37,21}{8,4} = 4,42$$

Действие 4

Рассчитываем статистику свободы для таблицы сопряженности по формуле

$$df = (строк-1) \times (столбцов-1) = (2-1) \times (2-1) = 1$$

Действие 5

Сейчас используется таблица χ^2 в конце учебника "Статистика", "Биометрия"

Вывод: $\chi^2 = 19,39$; $df = 1$

Действие 6 - Сейчас рассчитываем поправку Йейтса для нашей таблицы 2.1.2

Считаем поправку для считаем поправку

$$\chi^2_{corr} = \sum \frac{(O-E-0,5)^2}{E}$$

1) Заселено без шурфа (человек)

$$\chi^2_{corr} = \frac{(20-12,6-0,5)^2}{12,6} = \frac{(6,9)^2}{12,6} = \frac{47,61}{12,6} = 3,77$$

2) Не заселено без шурфа

$$\chi^2_{corr} = \frac{(1-8,4-0,5)^2}{8,4} = \frac{(7,9)^2}{8,4} = \frac{62,41}{8,4} = 7,42$$

3) Заселено с шурфом

$$\chi^2_{corr} = \frac{(6-11,6-0,5)^2}{11,6} = \frac{(6,1)^2}{11,6} = \frac{37,21}{11,6} = 3,21$$

4) Не заселено с шурфом

$$\chi^2_{corr} = \frac{(15-8,4-0,5)^2}{8,4} = \frac{(6,1)^2}{8,4} = \frac{37,21}{8,4} = 4,42$$

$$\chi^2_{corr} = \sum 3,77 + 7,42 + 3,21 + 4,42 = 18,82$$

Ручной расчет критерий χ^2 с поправкой Йейтса по гнездовому блоку №2 с разборными желобчатыми пластинами №2. Для анализа связи между наличием шероховатости со сколами и древесной щепой и заселением гнездовых каналов самками *O. cornuta*.

