

В связи с высоким ростом силы пчелосемей опытной группы, во второй половине апреля, было принято решение ослабить семьи, путём извлечения из них по одной рамки полностью запечатанного расплода. Эта манипуляция ослабила семьи опытной группы примерно на 35%, но позволила на равных условиях продолжать дальнейшее изучение. Даже после проведения этой работы, на 20.04.2023 г. количество печатного расплода опытной группы превосходила контрольную на 9,3%.

Результаты проведенного исследования показали, что за исследуемый период пчелиные семьи вырастили расплода больше в опытной группе в среднем на 27,3% по отношению к контрольной группе семей. Интенсивное выращивание расплода в апреле месяце, позволило извлечь из семей опытной группы рамки с расплодом для создания отводков.

Библиографический список

1. Активность пчел на посевах фацелии / В. И. Комлацкий О. В. Стрельбицкая, Г. В. Комлацкий, В. А. Лещенко // Актуальные тенденции в пчеловодстве и апитерапии XXI века. – 2022. – С. 103-106.

2. Лещенко, В. А. Определение гигиенической активности пчел / В. А. Лещенко, Л.А. Овчаренко // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона : сборник научных тезисов студентов. – Иркутск, 2021. – С. 82-84.

3. Лещенко, В. А. Развитие пчелиных семей в весенний и летний периоды / В. А. Лещенко // Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области : Материалы очно-заочной научно-практической конференции посвященной Дню Российской науки, – п. Молодежный, 2023. – С. 60-61.

4. Особенности зимнего содержания пчел *Apis mellifera caucasica* в условиях Краснодарского края / С. В. Свистунов, А.Г. Кощачев, И. А. Романенко, В. А. Лещенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 109. – С. 236-240.

УДК 59.084

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ СУЛЬФАТА ВАНАДИЛА ($\text{VOSO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$) НА ДАНИО (*DANIO RERIO*) И ДАФНИИ (*DAPHNIA MAGNA*)

Гаффарова Виктория Марсовна, магистр, ФБиРХ ФГБОУ ВО МГУТУ имени К. Г. Разумовского (ПКУ).

Смородинская Светлана Валерьевна, к.техн.н., доцент, заведующая лабораторией «Центра Аквакультуры», ФБиРХ ФГБОУ ВО МГУТУ имени К. Г. Разумовского (ПКУ).

Аннотация. В данной работе исследовано влияние сульфата ванадила на клетки крови рыб *Danio rerio* и показатели смертности *Daphnia magna*. Было выявлено, что среди концентраций сульфата ванадила от 4 мг/л до 18

мг/л наиболее безопасной (не токсичной) для двух тест-объектов является концентрация 4 мг/л.

Ключевые слова: сульфат ванадила, *Daphnia magna*, *Danio rerio*, кровь, токсичность.

Введение. В настоящее время проблема заболеваемости сахарным диабетом 2-го типа среди домашних животных всё ещё актуальна [4]. В связи с этим появляется необходимость создания кормовой добавки с действующим веществом, которое может поспособствовать снижению уровня сахара в крови у животных. Существуют исследования, доказывающие позитивное влияние сульфата ванадила на снижение уровня сахара в крови у крыс с сахарным диабетом [3], однако присутствует дефицит в исследованиях, доказывающих его безопасность и устанавливающих его предельные для потребления концентрации. Известно, что токсичность ванадила напрямую зависит от его валентности, таким образом, наиболее безопасны для использования соединения с трёх- и четырёхвалентным ванадием [6]. Целью работы стало выявление наиболее безопасной концентрации соединения для дальнейшего использования в создании кормовой добавки для животных.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования были отобраны особи рыб *Danio rerio* и *Daphnia magna*.

Рыбы *Danio rerio* в количестве 10 особей (всего в эксперименте было задействовано 30 особей) были помещены в среду с содержанием сульфата ванадила в концентрации 7,5; 4; 2 и 1 мг/л и контроль с чистой водой без ванадия. В ходе эксперимента оценивалось влияние сульфата ванадила на клетки крови *Danio rerio*. Материал для гематологического исследования отбирался из хвостовой вены *Danio rerio* на 3 и 5 день. Забор крови для микроядерного теста выполнялся согласно общепринятым методикам. Кровь отбирали путем отсечения хвостового плавника. Окрашивание препарата проводили по Романовскому-Гимзе [5], затем исследовали при помощи светового микроскопа Olympus BX53 («Olympus Corporation», Япония) с окулярной приставкой Carl Zeiss ERc 5s («Zeiss», Германия).

Изготовленные микропрепараты исследовали по установленной методике путем фотографирования 25 полей клеток с каждого образца. На каждом препарате подсчитывались клетки с микроядрами (MN) и другими ядерными нарушениями (LN) эритроцитов. Общее количество клеток, подсчитанных для одного препарата, составляло от 10000 до 12500 клеток, что обеспечивает необходимый достоверный объем выборки.

Также были проведены исследования на тест-объекте *Daphnia magna*. Были отвшены ранее использованные на данио концентрации, а именно, 4 мг и 7,5 мг сульфата ванадила. Данные концентрации показали себя наименее токсичными в опыте с *Danio rerio*. В каждом из резервуаров находилось по 10 особей *Daphnia magna* в трёх повторностях. Суммарно в эксперименте было задействовано 90 рачков. Кормление осуществлялось раз в день водо-

рослью *Clorella*. Далее происходило отслеживание плодовитости и смертности рачков на 1, 2, 4, 8, 24, и 48 час опыта.

Результаты. При изучении мазков крови *Danio rerio* не было обнаружено ядерных аномалий клеток крови при концентрации соединения 7,5 мг/л (табл. 1). Эксперимент был повторён также при меньших концентрациях препарата 4,0, 2,0 и 1,0 мг/л, что также характеризовалось отсутствием ядерных аномалий в крови *Danio rerio*. Экспериментально установлено, что сульфат ванадила в концентрации 7,5 мг/л и ниже у тест-объекта *Danio rerio* не вызывал образования микроядер и ядерных аномалий, и данная дозировка может быть рекомендована для дальнейшего исследования на тест-объектах млекопитающих (крысы и кролики).

Также было изучено влияние большей концентрации соединения сульфата ванадила (18 мг/л). В результате было установлено, что ядерных аномалий эритроцитов стало несколько больше, однако, препарат не оказал значимого влияния. На теле *Danio rerio* были замечены многочисленные кровоподтеки, окраска у рыб стала более светлая.

Таблица 1

Результаты исследования крови рыб на 3-й и 5-й дни эксперимента

| | Контроль | | VOSO ₄ 10 мг/л | | VOSO ₄ 15 мг/л | | VOSO ₄ 18 мг/л | |
|---|-----------|-----------|---------------------------|-----------|---------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| | MN | LN | MN | LN | MN | LN | MN | LN |
| 3 | 0.13±0.07 | 0.23±0.02 | 0.09±0.09 | 0.18±0.18 | 0.1±0.08 | 0.35±0.13 | 0.11±0.12 | 0.16±0.11 |
| 5 | 0.16±0.11 | 0.15±0.08 | 0.07±0.05 | 0.37±0.18 | 0.12±0.02 | 0.11±0.16 | 0.14±0.09 | 0.61±0.58 |

Результаты этого эксперимента показывают, что повышение концентрации сульфата ванадила до 18 мг/л не вызывает увеличения количества микроядер в крови до показателей, превышающих норму (4 и больше на 1000 клеток крови).

Изучение влияния VOSO₄×3H₂O на выживаемость и плодовитость дафний показало, что концентрации 4 и 7 мг/л приводят к значимому снижению выживаемости и снижению плодовитости (табл. 2).

Как показывает таблица 2, к последнему дню эксперимента в большей концентрации 100% особей погибло, однако остались выжившие в меньшей концентрации, что даёт понимание о пригодности этой концентрации для дальнейших экспериментов.

Таблица 2

Мониторинг смертности и плодовитости тест-объектов *Daphnia magna* в ходе эксперимента (фрагмент)

| Часы | Контроль | | | 4 мг/л | | | 7,5 мг/л | | |
|---------|----------|----------|-----|----------|-----------|----------|----------|------|------|
| | 8 | 24 | 48 | 8 | 24 | 48 | 8 | 24 | 48 |
| Особи | 10±0 | 9±0 | 9±0 | 6,5±3,54 | 5,5±2,12 | 1,5±2,12 | 6±4,24 | 0±0 | 0±0 |
| Молодь | 2,5±3,54 | 4,5±6,36 | 0±0 | 3,5±4,95 | 8,5±12,02 | 0±0 | 0±0 | 0±0 | 0±0 |
| Смертн. | 0±0 | 1±0 | 1±0 | 3,5±3,54 | 4,5±2,12 | 8,5±2,12 | 4±4,24 | 10±0 | 10±0 |

Данные эксперименты позволили установить токсичность концентраций сульфата ванадила. Эксперимент на рыбах *Danio rerio* показал значи-

тельное увеличение количества тромбоцитов в крови рыб при повышении концентрации сульфата ванадила, что может говорить о возможном использовании более высоких концентраций препарата в составе с антиагрегантными или антикоагулянтными препаратами. Стоит также отметить, что такой высокий уровень смертности среди тест-объектов *Daphnia magna* связан с тем, что дафнии крайне чувствительны именно к тяжелым металлам. Тем не менее, концентрация 7,5 мг/л показала себя такой же безопасной на рыбах данио, однако при работе с ней следует разрабатывать меры по снижению токсического воздействия концентрации.

Выводы.

1. Концентрации сульфата ванадила выше 7,5 мг/л ведут к недостоверному увеличению количества ядерных нарушений эритроцитов в крови рыб;
2. Концентрация сульфата ванадила 4 мг/л показала себя безопасной в течение эксперимента на большей части тест-объектов;
3. Существует возможность изучения влияния сульфата ванадила на кровь в совокупности с антиагрегантными или антикоагулянтными препаратами для снижения риска образования тромбозов.

Библиографический список

1. Беляева Н.Ф. Ванадийсодержащие соединения – новый класс терапевтических средств для лечения сахарного диабета // Н.Ф. Беляева, В.К. Городецкий, А.И. Точилкин, М.А. Голубев, Н.В. Семенова, И.Р. Ковельман / Вопросы медицинской химии. – 2000. – №4. – С. 344-360.
2. Воробьева Н. М., Ванадий: биологическая роль, токсикология и фармакологическое применение // Н. М. Воробьева, Е. В. Федорова, Н. И. Баранова / Биосфера. – 2013. – Т. 5. – №. 1. – С. 077-096.
3. Лапочкин О. В. Получение и изучение влияния новых комплексных соединений ванадила с аминокислотами на уровень глюкозы в крови у крыс при аллоксановом диабете // О. В. Лапочкин, В. Е. Погорелый, Е. Н. Вергейчик / Человек и его здоровье. – 2008. – №. 2. – С. 135-139.
4. Мартынов А. Н. Ретроспективный анализ заболеваемости сахарным диабетом мелких домашних животных // Вестник аграрной науки. – 2016. – Т. 60. – №. 3. – С. 47-51.
5. Медянкина М. В. Оценка генотоксичности дифлубензулона методом микроядерного теста на эритроцитах *Danio rerio* / М. В. Медянкина, Н. И. Кочетков, Н. А. Головачева, Д. Л. Никифоров-Никишин // Рыбное хозяйство. – 2022. – № 4. – С. 71-75. – DOI 10.37663/0131-6184-2022-4-71-75.
6. Farida Louise Assem, Agneta Oskarsson Handbook on the Toxicology of Metals. – 4 изд. – Academic Press, 2015. – С.1347-1367.