

УДК 638.123.5:575

ББК 46.91-2

M54

Рецензенты:

Морева Лариса Яковлевна – д-р биол. наук, профессор кафедры зоологии биологического факультета ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (г. Краснодар);

Земскова Наталья Евгеньевна – д-р биол. наук, доцент, заведующий кафедрой «Зоотехния», Самарский государственный аграрный университет (г. Кинель).

Авторы:

Ильясов Рустем Абузарович, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории нейробиологии развития Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (г. Москва);

Ильясова Алла Юрьевна, научный сотрудник лаборатории нейробиологии развития Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (г. Москва);

Саттаров Венер Нуруллович, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой экологии, географии и природопользования Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы (г. Уфа);

Валитов Фарит Равилович, д-р с.-х. наук, профессор кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных Башкирского государственного аграрного университета (г. Уфа);

Рахматуллина Ирина Римилевна, канд. биол. наук, доцент кафедры экологии, географии и природопользования Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы (г. Уфа);

Хасанов Марат Вафиевич, директор АНО Межрегиональный сельскохозяйственный центр Республики Башкортостан «Алтын Солок»

Седых Татьяна Александровна, д-р биол. наук, зав. кафедрой генетики и химии Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы, заместитель директора по научной работе Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН (г. Уфа).

M54 Методы исследования медоносной пчелы: монография/
Р. А. Ильясов [и др.] – Уфа: Башкирский НИИСХ УФИЦ РАН, 2025. – 372 с.

ISBN 978-5-6051700-2-0

*Монография «Методы исследования медоносной пчелы» знакомит читателей с обзором современных методов исследования *Apis mellifera*. Работа предназначена для студентов биологических и сельскохозяйственных факультетов университетов и педагогических вузов, а также широкому кругу читателей интересующихся биологией, морфологией, генетикой и экологией этих насекомых.*

УДК 638.123.5:575

ББК 46.91-2

ISBN 978-5-6051700-2-0

© Ильясов Р.А., Ильясова А.Ю., Саттаров В.Н.,
Валитов Ф.Р., Рахматуллина И.Р.,
Хасанов М. В. Седых Т.А., 2025
© Башкирский НИИСХ УФИЦ РАН, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
ГЛАВА 1. МЕТОДЫ ПРЕПАРИРОВАНИЯ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	10
1.1. Реагенты, используемые при препарировании пчел	12
1.2. Консервация пчел для препарирования	14
1.3. Препарирование органов и частей тела медоносной пчелы	15
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	22
2.1. Исследование сенсорной чувствительности медоносной пчелы.....	23
2.2. Исследование обучения и памяти медоносной пчелы	25
2.3. Исследование подвижности медоносной пчелы	27
2.4. Исследование особенностей ориентации медоносной пчелы.....	28
2.5. Исследование особенностей коммуникации медоносной пчелы.....	29
2.6. Изучение брачных полетов и спариваний медоносной пчелы.....	31
ГЛАВА 3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	33
3.1. Необходимость клеточных линий перепончатокрылых Hymenoptera... 34	
3.2. Проблемы культивирования клеток медоносной пчелы	36
3.3. Применение генных технологий в культивирования клеток медоносной пчелы	37
3.4. Исследования непостоянных линий клеточных культур медоносных пчел	39
3.5. Исследования постоянных линий клеточных культур медоносных пчел	41
3.6. Использование клеточных линий пчел в изучении вирусов	42
3.7. Использование клеточных линий пчел в изучении токсичности инсектицидов	43
ГЛАВА 4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДВИДОВ И ЭКОТИПОВ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	46
4.1. Нарушение внутривидового биоразнообразия медоносной пчелы.....	47
4.2. Отбор и хранение образцов пчел для исследований подвидовой принадлежности	49
4.3. Морфометрические методы исследования подвидов пчел.....	51
4.4. Аллозимные маркеры для исследования подвидов пчел.....	53
4.5. ДНК-маркеры для исследования подвидов пчел	55
4.6. Стандартизация и согласованность методов исследований подвидов пчел	57
ГЛАВА 5. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	59
5.1. Сбор образцов пчел	60

5.2. Транспортировка образцов пчел	62
5.3. Хранение образцов пчел	65
5.4. Выделение ДНК из пчел	66
5.5. Выделение РНК из пчел	67
5.6. Полимеразная цепная реакция (ПЦР)	70
5.7. Секвенирование - раскрытие генетического кода пчелы	71
5.8. Филогенетический анализ - понимание эволюционных взаимоотношений	73
5.9. Генотипирование - идентификация генетических вариаций	75
5.10. Анализ экспрессия генов -изучение активности генов	76
5.11. Биоинформатический анализ и интерпретация биологических данных	77
5.12. Редактирование генома: точное изменение генетического кода	78
5.13. FISH-анализ - визуализация генетического материала in situ	80
ГЛАВА 6. МЕТОДЫ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	83
6.1. Летучие вещества в среде обитания медоносной пчелы	84
6.2. Отбор летучих веществ медоносных пчел	85
6.3. Десорбция летучих веществ	88
6.4. Разделение летучих веществ	90
6.5. Идентификация летучих веществ	91
6.6. Оценка влияния летучих веществ на пчел	92
ГЛАВА 7. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СИЛЫ СЕМЕЙ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	94
7.1. Методы и альтернативные подходы оценки силы семей пчел	95
7.2. Оптимальная конфигурация семей пчел для экспериментов.....	96
7.3. Классический объективный метод оценки силы семей пчел.....	97
7.4. Субъективные методы оценки силы семей пчел.....	100
7.5. Оценка силы семей пчел по цифровым изображениям.....	101
ГЛАВА 8. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОБИОМА КИШЕЧНИКА МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ.....	103
8.1. Анализ микробиома кишечника пчел с использованием секвенирования NGS	105
8.2. Флуоресцентная гибридизация in situ (FISH) микробиома кишечника пчел	108
8.3. Культивирование микроорганизмов микробиома кишечника пчел.....	110
ГЛАВА 9. ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	112
9.1. Оборудование для инструментального осеменения.....	113
9.2. Реагенты для инструментального осеменения медоносной пчелы.....	114
9.3. Методика инструментального осеменения маток медоносной пчелы.....	115

ГЛАВА 10. МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ.....	119
10.1. Анализ белков в образцах медоносных пчел.....	120
10.2. Количественное определение ювенильного гормона у медоносной пчелы.....	123
10.3. Количественное определение биогенных аминов у медоносной пчелы	125
10.4. Количественное определение углеводов у медоносной пчелы.....	126
10.5. Количественное определение липидов у медоносной пчел.....	128
10.6. Анализ экспрессии генов у медоносной пчелы.....	129
ГЛАВА 11. ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ.....	131
11.1. Факторы, влияющие на токсичность пестицидов для медоносных пчел.....	132
11.2. Методы тестирования токсичности пестицидов на медоносных пчелах.....	133
11.3. Изучение воздействия токсических веществ на личинок медоносных пчел.....	135
11.4. Воздействие токсических веществ на семьи медоносных пчел.....	136
11.5. Стандартизация методов токсикологических исследований медоносных пчел	137
ГЛАВА 12. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЫЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ	140
12.1. Методы определения системы размножения растений.....	141
12.2. Определение агентов опыления и нехватки опыления.....	143
12.3. Методы оценки пыльцы на поверхности пчел.....	144
12.4. Оценка эффективности опыления пчелами на уровне семьи.....	145
12.5. Экономическая оценка опыления медоносными пчелами.....	147
12.6. Моделирование опылительной деятельности пчел.....	148
ГЛАВА 13. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ.....	151
13.1. Методы обездвиживания взрослых особей пчел	152
13.2. Методы хранения взрослых особей пчел	155
13.3. Методы определения веса отдельных особей медоносных пчел.....	156
13.4. Методы микроинъекций веществ в медоносных пчел.....	158
13.5. Методы определения каст медоносных пчел	159
13.6. Методы отбора гемолимфы медоносных пчел	160
13.7. Методы исследования поведения медоносных пчел	162

ГЛАВА 14. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	164
14.1. Основы географических информационных систем	165
14.2. Структура и особенности ГИС	166
14.3. Основные функциональные возможности ГИС	169
14.4. Визуализация данных и создание карт	170
14.5. Данные дистанционного зондирования Земли и цифровые модели рельефа	172
14.6. Системы координат ГИС	174
14.7. Программное обеспечение ГИС	175
14.8. Применение ГИС в исследованиях медоносных пчел	177
14.9. Анализ кормовых ресурсов медоносных пчел с использованием ГИС	178
14.10. Моделирование распространения медоносных пчел с использованием ГИС	179
14.11. Оценка воздействия пестицидов с использованием ГИС	181
ГЛАВА 15. МЕТОДЫ СОДЕРЖАНИЯ ВЗРОСЛЫХ ПЧЕЛ В САДКАХ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	183
15.1. Экспериментальный дизайн и статистический анализ	184
15.2. Выбор семей пчел для лабораторных экспериментов	185
15.3. Методы отбора пчел для садковых экспериментов	187
15.4. Условия содержания пчел в садках	189
ГЛАВА 16. МЕТОДЫ РАЗВЕДЕНИЯ И СЕЛЕКЦИИ МАТОК МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	191
16.1. Техника вывода маток медоносной пчелы	192
16.2. Основные принципы вывода маток медоносной пчелы	193
16.3. Инструменты для прививки личинок медоносной пчелы	194
16.4. Наборы для вывода маток медоносной пчелы	196
16.5. Методы вывода маток медоносной пчелы в семьях-кормилицах	197
16.6. Получение личинок медоносной пчелы для прививки	199
16.7. Прививка личинок медоносной пчелы	200
16.8. Содержание семей пчел в нуклеусах для спаривания	201
16.9. Методы спаривания маток медоносной пчелы	202
16.10. Селекция маток медоносной пчелы	202
ГЛАВА 17. МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	205
17.1. Особенности питания личинок медоносной пчелы	206
17.2. История развития методов выращивания личинок медоносной пчелы в лаборатории	207
17.3. Факторы, влияющие на выращивание личинок медоносных пчел in vitro	210

ГЛАВА 18. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ	
МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ	213
18.1. Типы данных и уровень доверия	214
18.2. Выборка пчел для исследований	216
18.3. Вероятность обнаружения заболеваний и объем выборки	218
18.4. Репрезентативность выборки медоносной пчелы	220
18.5. Статистический анализ экспериментальных данных	221
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	224
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	226