

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра микробиологии и физиологии растений

**УЧАСТИЕ СИНАНТРОПНЫХ МУРАВЬЕВ (FORMICIDAE L., 1809)
В СОХРАНЕНИИ И ЦИРКУЛЯЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ НА
ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ
студентки 2 курса биологического факультета
направления 06.04.01 «Биология»
Тарасюк Анны Константиновны

Научный руководитель:
доцент, канд. биол. наук



А.М. Петерсон
19.06.2025

Зав. кафедрой:
профессор, докт. биол. наук



С.А. Степанов
19.06.2025

Саратов 2025

Введение

Актуальность темы. Муравьи (Formicidae) – семейство насекомых отряда перепончатокрылых (Hymenoptera). Они представляют собой успешную и разнообразную группу насекомых, играющих значимую роль в различных экосистемах. Они облегчают аэрацию почвы, охотятся на травоядных насекомых, способствуют расселению тлей и т. д. В последние годы интерес к данной группе насекомых существенно возрос. Муравьи могут испортить или же вовсе уничтожить запасы продуктов питания человека, деревянные конструкции. Некоторые виды рода *Formica* являются промежуточными хозяевами гельминтов – ланцетовидной двуустки (*Dicrocoelium dendriticum*). Доказано, что муравьи могут быть переносчиками возбудителей черной ножки свеклы [1], аспергиллёза, альтернариоза, фузариоза [2], холеры, брюшного тифа, дизентерии [3], туберкулеза [4]. Тем не менее, микробиота муравьёв и их гнёзд изучена ещё очень слабо. Большинство исследований в этой области были сосредоточены на муравьях-листорезах из родов *Atta* и *Acromyrmex*, которые обитают в Западном полушарии [4], есть работы, посвящённые *Lasius niger* [5]. Однако не менее важно выяснить, какие патогенные и фитопатогенные микроорганизмы могут распространять и другие виды муравьёв, обитающие рядом с человеком и сельскохозяйственными угодьями. Это позволит более эффективно осуществлять мероприятия по профилактике инфекционных заболеваний растений, животных и человека в каждом конкретном регионе.

В связи с этим, целью моей работы стал анализ микробиоты синантропных муравьёв Саратовской области, обитающих в жилых помещениях и на придомовых территориях.

Для реализации указанной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Установить виды муравьёв, обитание которых приурочено к жилью человека и придомовым территориям.

2. Выявить структуру микробиоты обнаруженных видов муравьев.
3. Установить наличие в микробных ассоциациях муравьёв условно-патогенных и фитопатогенных видов микроорганизмов.
4. Определить пищевые потребности бактерий, входящих в состав микробиоты муравьёв.
5. Выявить наличие у ассоциативных бактерий муравьёв антагонистической активности по отношению к микромицетам.

Материал и методы исследования. Работа проводилась в 2022-2025 гг. на базе кафедры микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

Объектом исследования послужили 440 рабочих особей Formicidae, собранные в жилых помещениях и на придомовых территориях в 9 районах Саратовской области, а также в черте города Саратов.

Из каждой точки сбора 5 рабочих особей муравьев помещали во флакон с 96%-ным этиловым спиртом. Маркировка флакона включала место и дату сбора насекомых. Идентификацию муравьёв проводил сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр карантина растений» К. А. Гребенников.

Муравьев исследовали в комплексных пробах по 5 экземпляров.

Для выявления микробиоты поверхности насекомых проводили посев методом отпечатка на плотные питательные среды.

Для выявления микробиоты внутренней среды насекомых поверхность муравьев обрабатывали в 70 %-ном этаноле 2 минуты, затем дважды промывали в стерильном физиологическом растворе. Обработанные объекты гомогенизировали в физиологическом растворе и высевали по 0,1 мл на питательные среды. При микробиологических исследованиях растений для всех посевов использовали питательные среды PDA, крахмало-аммиачный агар, ГРМ-агар.

Микробиологические исследования растений проводились по стандартным методикам.

Для идентификации выделенных штаммов бактерий были изучены их морфологические, культуральные и биохимические свойства. Видовая принадлежность бактерий устанавливалась с использованием онлайн-системы идентификации ABIS [6] и определителя Берджи [7]. При установлении видовой принадлежности грибов по определителям Д. Саттон с соавторами [8] и Е. Ю. Благовещенской [9] изучали культуральные свойства изолятов и морфологию органов спороношения.

При изучении пищевых потребностей бактерий-ассоциантов муравьев были использованы различные органические и неорганические источники углерода и азота. Для выявления факторов фитопатогенности бактерий рассматривали их целлюлолитическую активность, способность к мацерации растительных тканей и определяли фитотоксичность на семенах пшеницы и редиса. Для выявления факторов патогенности была изучена способность бактерий к выделению протеолитических ферментов (желатин, казеин), гемолизинов, лецитиназы и плазмокоагулазы. При определении антагонистической активности бактерий-ассоциантов муравьев по отношению к изолированным грибам использовали метод перпендикулярных штрихов в модификации Ю. Курочкиной. Постановку всех тестов проводили по общепринятым методикам [10].

Структура и объём работы. Работа изложена на 64 страницах, включает в себя введение, 3 главы, заключение, выводы, список использованных источников. Работа проиллюстрирована 17 таблицами и 10 рисунками. Список использованных источников включает 82 наименования.

Научная новизна. Впервые рассмотрена микробиота муравьев видов *Formica cinerea*, *Messor structor*, *Tetramorium chefketi*. Впервые выявлены пищевые потребности бактерий-ассоциантов синантропных видов муравьев, наличие у них факторов патогенности и фитопатогенности. Впервые

установлена роль муравьёв, обитающих вблизи жилья человека, в сохранении и распространении фитопатогенных видов грибов (*A. vulgare*, *F. chlamidosporum*, *Mucor* spp., *M. racemosus*, *Ulocladium* spp., *T. belgium*) и условно-патогенных для человека видов бактерий (*B. cereus*, *B. mycoides*, *B. pumilus*, *B. laterosporus*, *E. rhusiopathiae*, *S. cohnii*, *S. xylosus*) и грибов (*F. chlamidosporum*, *P. chrysogenum*, *P. solitum*, *Ulocladium* spp.).

Теоретическая и практическая значимость. Расширены представления о микробиоте синантропных видов муравьёв. Полученные данные помогут более эффективно осуществлять санитарные и фитосанитарные мероприятия в населенных пунктах Саратовской области.

Положения, выносимые на защиту:

1. Синантропные виды муравьёв могут участвовать в сохранении и циркуляции фитопатогенных и условно-патогенных микроорганизмов.
2. Бактерии-ассоцианты муравьёв обеспечивают колонизационную резистентность насекомых к микромицетам.

Основное содержание работы

В главе «Обзор литературы» представлен анализ литературных данных о синантропных видах муравьёв, об их микробиоте, проведён обзор фитопатогенных и условно-патогенных микроорганизмов, выделяемых из муравьёв.

В главе «Результаты исследования» изложены экспериментально полученные данные об отобранных видах синантропных муравьёв, об особенностях их микробиоты, о пищевых потребностях выделенных бактерий, об участии муравьёв в распространении фитопатогенных и условно-патогенных микроорганизмов, об антагонистической активности бактерий-ассоциантов.

В ходе проведения исследований из жилых помещений и придомовых территорий было отобрано 22 пробы муравьёв (по 20 экземпляров в каждой пробе), которые были отнесены к 7 видам: *Formica cinerea*, *F. rufa*, *Lasius*

niger, *Messor structor*, *Monomorium pharaonis*, *Tetramorium caespitum*, *Tetramorium chefketi*. Из организмов насекомых было выделено 62 штамма бактерий и 28 штаммов грибов. Все выделенные микроорганизмы в ходе идентификации были отнесены к 17 видам бактерий и 8 видам грибов. Как на поверхности, так и во внутренней среде муравьев преобладали бактерии. При этом доля грибов во внутренней среде была выше. Большая часть бактериальных ассоциантов относилась к спорообразующим бактериям. Это представители родов *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Neobacillus*, *Viridibacillus*. Наибольшей экологической пластичностью обладали *Bacillus psychrosaccharolyticus* и *Kocuria varians*. Эти бактерии характерны для почвы, откуда они могут попадать в организм насекомых. Наибольшее число видов было отмечено у фараонова муравья, встречающегося только в пределах помещений. Виды *T. caespitum* и *F. cinerea*, для которых характерны мутуалистические отношения с тлей и почвенные муравейники, обладали наиболее разнообразным видовым составом бактерий – 9 и 8 видов соответственно. Следует отметить, что микробиота муравьев, отобранных на придомовых территориях имели более разнообразную микрофлору.

Видовое разнообразие грибов оказалось выше во внутренней среде насекомых по сравнению с поверхностью. Это связано с более кислым значением pH, являющимся благоприятным для грибов, во внутренней среде насекомых благодаря периодическому употреблению муравьиной кислоты. Наиболее разнообразный микокомплекс был отмечен у представителей *T. chefketi*, что, возможно, связано с тем, что этот вид предпочитает подкисленные почвы для обустройства своего муравейника. Наибольшей экологической пластичностью обладали грибы *M. racemosus* и *P. solitum*, которые были изолированы из 3-х видов муравьев. Остальные грибы изолировались лишь из единичных видов муравьев. Видовое разнообразие было также выше у особей, отобранных на придомовых территориях, что,

вероятно, связано с контактом с почвой. *F. chlamidosporum*, *M. racemosus* и *P. solitum* выделялись из всех сред обитания.

Организмы муравьёв являются весьма специфической средой обитания для микроорганизмов. Поэтому для понимания механизма адаптации бактерий к обитанию в этой экологической нише, мы исследовали пищевые потребности выделенных бактерий-доминантов. Наиболее востребованными источниками углерода оказались все липиды, глюкоза, желатин и целлюлоза. Самым предпочтительным источником азота — хлорид аммония.

Муравьи являются обычными обитателями садовых хозяйств, поэтому их способность участвовать в циркуляции фитопатогенных микроорганизмов представляет особый интерес. Все выделенные нами грибы оказались фитопатогенными. При этом наиболее значимую роль в сохранении фитопатогенов играл вид *T. chefketi*, на поверхности и во внутренней среде которого было наибольшее видовое разнообразие грибов. Среди бактерий фитопатогенных видов выделено не было. Однако мы исследовали выделенные штаммы на наличие факторов фитопатогенности. Все выделенные бактерии проявляли целлюлазную активность, но способность к мацерации обнаружилась у 9 из 17 видов. При этом виды *B. simplex* и *L. apis* оказались способны разлагать оба субстрата. Следует отметить, что *L. apis* оказал фитотоксичное действие на тест-растения. Помимо него положительный результат на способность к фитотоксичности показал штамм *S. xylosus*. Это значит, что при определенных условиях данные штаммы могут вызывать у растений некоторые патологии.

Муравьи могут оказаться опасными соседями не только для растений, но и для человека и животных из-за их способности переносить возбудителей заболеваний. Мы рассмотрели наличие условно-патогенных грибов и бактерий на поверхности и во внутренней среде исследованных экземпляров Formicidae. Среди грибов, изолированных с муравьев, оказалось 6 видов условно-патогенных для человека: *F. chlamidosporum*, *M. racemosus* , *Mucor*

spp., *P. chrysogenum*, *P. solitum*, *Ulocladium* spp.. Все они способны заразить людей с ослабленным иммунитетом. По литературным данным среди бактерий было обнаружено 9 условно-патогенных видов: *B. cereus*, *B. mycoides*, *B. pumilus*, *B. laterosporus*, *E. rhusiopathiae*, *S. aureus*, *S. cohnii*, *S. epidermidis*, *S. xylosus*. Эти виды в случае ослабленного иммунитета у человека или животного могут вызывать заболевания. Кроме того, мы изучали выделенные бактерии на наличие факторов патогенности. Было установлено, что ни один из исследуемых видов не способен к лецитиназной активности. Однако *B. cereus* обладал наибольшим числом изученных факторов.

Почвенные насекомые, к числу которых относятся и муравьи, постоянно сталкиваются с угрозой грибковых инфекций, поскольку микромицеты широко распространены в их среде обитания. Известно, что для защиты от патогенов насекомые используют колонизационную резистентность. Мы предположили, что бактерии, ассоциированные с муравьями, могут играть ключевую роль в колонизационной резистентности хозяев, обеспечивая защиту от патогенных микромицетов посредством фунгистатического действия. Большинство бактерий могли подавлять широко распространенный гриб рода *Ulocladium*. Штаммы *B. mycoides* и *S. epidermidis* проявил себя как лучшие антагонисты по отношению к фитопатогенным грибам. *B. mycoides* широко распространен в почве, что может говорить о его высокой способности к продукции антибиотиков в результате конкуренции за субстраты. Микромицеты *F. chlamidosporum*, *Mucor* spp. и *T. belgium* не подавлялись ни одним из выделенных видов бактерий, что говорит об их высокой устойчивости к различным антибиотикам. Виды *S. aureus*, *S. xylosus* и *V. neidei* оказались не способны к подавлению выделенных фитопатогенных грибов. Остальные виды бактерий в той или иной степени проявили антагонистическую активность, что свидетельствует о защитных свойствах бактериальной микробиоты.

Выводы

1. В жилых помещениях и на придомовых территориях в Саратовской области было обнаружено 7 видов муравьев: *F. cinerea*, *F. rufa*, *L. niger*, *M. structor*, *M. pharaonis*, *T. caespitum*, *T. chefketi*.

2. В микробиоте синантропных видов муравьев на территории Саратовской области выявлено 17 видов бактерий и 8 видов грибов. По видовому разнообразию и по количественному присутствию в организмах насекомых преобладают бактериальные ассоцианты.

3. Микробиота муравьев, отобранных на придомовых территориях, оказалась богаче по сравнению с микробиотой насекомых, отобранных в жилых помещениях (17 и 10 видов соответственно).

4. Основными доминантами микробиоты синантропных видов муравьев оказались *B. psychrosaccharolyticus*, *B. soli*, *K. varians* и *L. apis*.

5. Из организмов муравьев были изолированы фитопатогенные грибы, вызывающие заболевания у растений или порчу продуктов: *A. vulgariae*, *F. chlamidosporum*, *Mucor* spp., *M. racemosus*, *P. chrysogenum*, *P. solitum*, *Ulocladium* spp., *T. belgium*.

6. Среди грибов, изолированных с муравьев, оказалось 6 условно-патогенных для человека и животных видов: *F. chlamidosporum*, *M. racemosus*, *Mucor* spp., *P. chrysogenum*, *P. solitum*, *Ulocladium* spp., среди бактерий 9 видов: *B. cereus*, *B. mycoides*, *B. pumilus*, *B. laterosporus*, *E. rhusiopathiae*, *S. aureus*, *S. cohnii*, *S. epidermidis*, *S. xylosus*. Все эти микроорганизмы способны вызывать различные патологии у особей с ослабленным иммунитетом.

7. У бактерий-ассоциантов муравьев наиболее востребованными источниками углерода оказались различные липиды (использовали 94-100 % штаммов), желатин (71 %) глюкоза (88 %) и целлюлоза (100 %); источником азота — хлорид аммония (92 %).

8. Большинство бактерий-ассоциантов муравьёв (82,4 %) обладали антагонистической активностью по отношению к различным микромицетам, присутствующим на поверхности насекомых. Наибольшую фунгистатическую активность проявлял *B. mycoides*.

Список использованных источников

- 1 Решетов, А. А. Неоднозначная роль муравьев в экосистемах степной зоны Ростовской области / А. А. Решетов, К. С. Артахин // Защита и карантин растений. – 2017. – № 4. – С. 45.
- 2 Петерсон, А. М. Циркуляция фитопатогенных грибов в системе побеги яблонь – тли – муравьи / А. М. Петерсон, Х. Мохамед, И. Г. Литовченко // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье – 2016. – № 13. – С. 71-76.
- 3 Драполок, И. С. Муравьи в жилищах человека как возможные переносчики заболеваний / И. С. Драполок, А. М. Крицикер // В сб.: Новой школе – здоровые дети. Мат-лы V Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2018. – С. 52-54.
- 4 Ants' role (Hymenoptera: Formicidae) as potential vectors of mycobacteria dispersion / E. Roxo [et al.] // Arq. Inst. Biol. – 2010. – V. 77, № 2. – P. 359- 362.
- 5 Antimicrobial activity of microorganisms isolated from ant nests of *Lasius niger* / T. A. Efimenko [et al.] // Life – 2020. -Vol. 10, № 6. – P. 1-16.
- 6 ABIS online – Bacterial identification [Электронный ресурс]: https://www.tgw1916.net/bacteria_logare_desktop.html (дата обращения: 11.10.2022). – Загл. с экрана. – Яз. Англ.
- 7 Хоулт, Дж. Определитель бактерий Берджи в 2-х томах. / Дж. Хоулт, Н. Криг // Пер. с англ. Г. А. Заварзина. – М.: Мир – 1997. – Т 1. – 429 с.
- 8 Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди // Пер. с англ. К. Л. Тарасова и Ю. Н. Ковалева. – М.: Мир, 2001. – 468 с.
- 9 Благовещенская, Е. Ю. Фитопатогенные микромицеты: учебный определитель / Е. Ю. Благовещенская. – М.: URSS, 2015. – 232 с.
- 10 Петерсон, А. М. Практические рекомендации для идентификации сапрофитных и условно-патогенных бактерий по фенотипическим признакам. / А. М. Петерсон, П. А. Чиров. – Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2005. – 85 с.

