

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №19»
Владимирская область, о. Муром

**Оценка состояния муравейников рыжего лесного муравья
и его жизнедеятельности
на участке смешанного леса
в окрестностях деревни Левенда Меленковского района**

Автор: Кудряшова Дарья Николаевна,
ученица 11 «А» класса
Руководитель: Макарова Елена Валерьевна,
учитель биологии и химии
МБОУ СОШ № 19 о. Муром

2022 г.

Содержание

1. Введение	3-5
2. Обзор литературы	5-9
3. Методика исследования	9-13
4. Результаты исследования	13-22
5. Выводы. Заключение	22-23
6. Литература	24
7. Приложение	25-31

Введение

Экологическая система леса с её сложной структурой и значительным разнообразием видов поддерживается естественным биологическим потенциалом. В ней все компоненты тесно взаимосвязаны. Большую роль в биологической устойчивости лесных сообществ играют лесные муравьи.

В период вспышек массового размножения вредителей муравьи активно уничтожают гусениц и куколок открыто живущих листо- и хвоегрызущих насекомых. За сезон только одна муравьиная семья может уничтожить до 8 млн. вредных насекомых.

В экологической системе леса значимость муравьев не исчерпывается их активной лесозащитной деятельностью. Лесные муравьи стимулируют развитие микоризы, создают среду обитания различных лесных беспозвоночных, принимают участие в процессе почвообразования, способствуют расселению и опылению растений, являются источником пищи для многих птиц и зверей. [8].

Однако в последние два-три десятилетия по всей территории России отмечается резкое сокращение численности муравейников и их семей, распад и деградация крупных комплексов. [2].

Многими исследователями было установлено, что причиной исчезновения этих полезных насекомых является резкое ухудшение состояния экологической среды.

В целом, все изменения, возникающие в жизни, как отдельных муравейников, так и целых муравьиных комплексов, связаны со спецификой их развития, особенностями жизни в условиях конкретного лесного сообщества. [2].

Для сохранения популяции рыжих лесных муравьев на территории Владимирской области организовано 6 государственных природных зоологических (мирмекологических) заказников регионального значения.

Один из них – это заказник «Меленковский», расположенный в Меленковском районе.

Заказник находится в 43 км от деревни Левенда Меленковского района, где я ежегодно провожу свои летние каникулы.

На северо-западе от д. Левенда произрастает смешанный лес, который в границы мирмекологического заказника «Меленковский» не входит.

Вдоль лесного массива проходит шоссе с активным движением автотранспорта. От шоссе отходят грунтовые дороги местного значения, в том числе и в лес. В лесном насаждении встречаются муравьиные гнезда разных размеров. Грибники и ягодники, встречая муравейники во время сбора лесных даров, не проявляют к ним интереса с точки зрения наблюдателя или исследователя. Описание муравейников этого леса специалистами не проводилось.

Поэтому какой-либо информации о состоянии и динамике развития муравейников в данном лесу найти не удалось.

Цель: провести по внешним характеристикам экспресс-оценку состояния муравейников рыжего лесного муравья и его жизнедеятельности на участке смешанного леса.

Задачи исследования:

1. Определить размерные характеристики муравейников и их жизнеспособность на участке смешанного леса, произрастающего в окрестностях д. Левенда Меленковского района.
2. Изучить суточную активность муравьёв.
3. Определить характер влияния муравьёв на температурный режим муравейника и состояние почвы.

Гипотеза. Муравейники участка смешанного леса, произрастающего в окрестностях д. Левенда Меленковского района жизнеспособные, с хорошими возможностями дальнейшего развития и положительного влияния муравьёв на почвенные характеристики.

Объект исследования: муравьиные гнезда, встречающиеся в насаждении смешанного леса, произрастающего в окрестностях д. Левенда Меленковского района.

Предмет исследования: комплекс признаков лесных муравейников.

Актуальность исследования. Данные, полученные в ходе экспресс-оценки состояния муравейников, являются важной информацией для дальнейшего более глубокого изучения жизнедеятельности муравьёв, обитающих в лесном насаждении.

В литературе, посвященной изучению поселений лесных муравьёв (А.А.Захаров), отмечается, что материалы, полученные в процессе исследования состояния муравьиных гнёзд, можно использовать в экологическом мониторинге самого насаждения.

Полученные данные могут быть применены для прогноза формирования муравьиных комплексов, обеспечивающих высокий уровень защиты лесного насаждения от хвое-листогрызущих насекомых.

Новизна работы данного исследования заключается в том, что на территории смешанного леса, произрастающего на северо-западе деревни Левенда Меленковского района, не проводилась оценка состояния муравейников по комплексу признаков.

Материалы исследования дают возможность изучения дальнейшего развития муравейников и особенностей жизни рыжего лесного муравья в условиях смешанного леса Меленковского района.

Методы работы:

- теоретический метод: работа с источниками информации,

- метод: анализ, обобщение результатов
- эмпирические метод: измерение,
- метод: сравнение,
- метод: описание.

Практическая значимость исследования – материалы работы могут быть использованы при организации и проведении мониторинговых исследований состояния популяций муравьев, как в других лесных массивах Меленковского района, так и во Владимирской области в целом.

Сроки проведения. Исследование проводилось в июле 2022 года.

2.Обзор литературы

2.1. Эколого-биологическая характеристика лесных муравьев

Строение лесного муравья. Размер муравья зависит от вида, статуса муравья, и бывает от 1 мм до 5 см. Самки крупнее, имеют крылья. Крылья становятся ненужными после брачного сезона, поэтому их отгрызают. Окрас всевозможный.

Голова, грудь, брюшко соединяются тонкой талией. Хитиновая оболочка поддерживает и защищает тело муравья. Муравьи не могут видеть четко, но различают движение, так как органы зрения состоят из множества линз и отличаются сложным фасеточным строением. В верхней части головы имеются еще 3 простых глаза.

Муравей имеет шесть тонких лапок с коготками, которыми карабкается по растениям.

Усики на голове являются сложными органами чувств, их используют для общения и передачи сигнальной информации. Это органы осязания. Через них муравей чувствует запахи, вибрацию, идентифицирует воздушные потоки.

По запаху муравьи выясняют месторасположение корма, идентифицируют соплеменников, подают сигналы тревоги, просьбы о помощи.

Основными средствами защиты является муравьиная кислота или яд, которые вырабатываются специальными железами. Для обороны также используются жвала - мощные верхние челюсти, которыми муравьи атакуют, защищаются, удерживают добычу.



Рис. 1 Лесной муравей

Питание. Основа питания лесных муравьев – белок и углеводы. Каждый из этих компонентов предназначен, в основном, для разных возрастов.

Углеводы требуются взрослым членам семейства. Источником их являются растительные соки, и падь сладкое выделение тлей.

Белок необходим личинкам, и его составляют мелкие насекомые. Муравьи добывают их, охотясь, либо не брезгают трупиками. Царица тоже питается, в большинстве своем, белком, а ухаживающие за ней рабочие подготавливают для нее пищу, пережевывая.

В среднем, питание населения муравейника — это:

- падь – более 60 %;
- беспозвоночные и насекомые – порядка 30%
- растительный сок – 5%;
- грибы – менее 0,5%;
- семена растений – 0,1-0,2%.

Все это собирают муравьи-фуражиры и доставляют в муравейник. Далее вся еда распределяется между всеми членами семейства.

Образ жизни. Муравьиные сообщества бывают очень большими, иногда несколько муравейников объединяются в одну семью и обмениваются сородичами.

Лесные муравьи каждую весну оставляют метки вокруг владений своей колонии, ограничивая свой кормовой участок. В зависимости от количества особей в семье размер кормового участка может составлять от 100 до 1500 м² и больше. Независимо от того насколько далеко муравьи ушли от своего жилища найти дорогу назад они всегда умеют. Это можно объяснить только тем, что эти насекомые оставляют за собой своеобразный след, состоящий из феромонов, благодаря которому возвращаются в муравейник.

Самый важный процесс в жизни каждой колонии – охота. В зависимости от количества членов семьи, колония может уничтожать насекомых-вредителей на территории размером от 1 до 10 и более гектаров.

На жертву муравьи нападают коллективно, не дают ей сбежать, обрызгивают кислотой и кусают. Токсин, который выделяется при укусе рыжего муравья, для многих насекомых смертелен. Захваченную на дереве добычу муравьи сбрасывают вниз, где уже ждут их сородичи. В первую очередь муравьи нападают на особо подвижных насекомых, затем на тех, кто менее активен. [3].

Систематическое положение лесного муравья

Царство - животные (Animalia или Metazoa)

Тип -членистоногие (Arthropoda)

Класс - насекомые (Insecta)

Отряд -перепончатокрылые (Hymenoptera)

Надсемейство — муравьиные (Formicoidea)

Семейство — муравьи (Formicidae)

Подсемейства: формицины (Formicinae)

Род: Formica

Вид: Formica rufa Linnaeus

Formica rufa Linnaeus –рыжий лесной муравей. Рабочие особи красно-бурого цвета (грудка, стебелёк и щёки - рыжевато-красные, брюшко и частично голова - чёрные). Матки темные, самцы полностью черного цвета с рыжеватыми ногами. Рабочие муравьи длиной от 4 до 9 мм, матки и самцы 9-11 мм.

Половину брюшка рыжего лесного муравья занимает ядовитая железа, окружённая мощным мускулистым мешком. При сокращении мышц яд выбрасывается на расстояние до 25 сантиметров.

Обитает рыжий лесной муравей в хвойных, смешанных и лиственных лесах в возрасте свыше 40 лет. Встречается и на открытых, хорошо прогреваемых полянах и опушках. Агрессивно охраняет территорию и часто атакует другие виды муравьев. Кормовые тропы могут простираться на 100 м.[3].

Строение муравьиной семьи. Муравьи живут семьями в муравейниках, внутри которых выстраивают гнездо, в котором главное место занимает муравьиная матка. Из оплодотворённых королевой яиц выходят самки, из прочих получаются самцы, которые живут лишь несколько недель до спаривания.

Личинки муравьёв похожи на червяков, почти неподвижны и вскармливаются рабочими муравьями. Впоследствии из них получаются жёлтого или белого цвета куколки. Какой касты особь из них выйдет, всецело зависит от вскармливания.

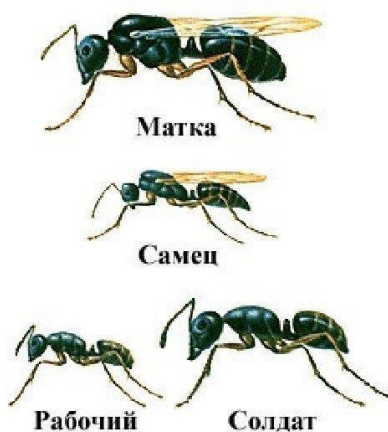


Рис. 2 Муравьиные касты

Разделение обязанностей. Все члены муравьиной семьи имеют свои строго определенные обязанности. Функция самцов – оплодотворение молодой самки, после чего они погибают. Оплодотворенная самка начинает поиск места для обустройства гнезда, в котором она создаст новую семью. Далее она будет только воспроизводить потомство.

Заботятся о муравьиных яйцах и личинках рабочие муравьи-самки. В муравейнике существуют и другие группы рабочих особей: охранники, блокирующие вход в муравейник для посторонних; фуражиры –

заготовители запасов пищи; строители; пастухи тли и сборщики пади; кладовщики, оберегающие пищевые запасы от порчи. [3].

Строение муравейника. Все муравьи, обитающие у нас в стране, живут в гнёздах. Строят они их на земле.

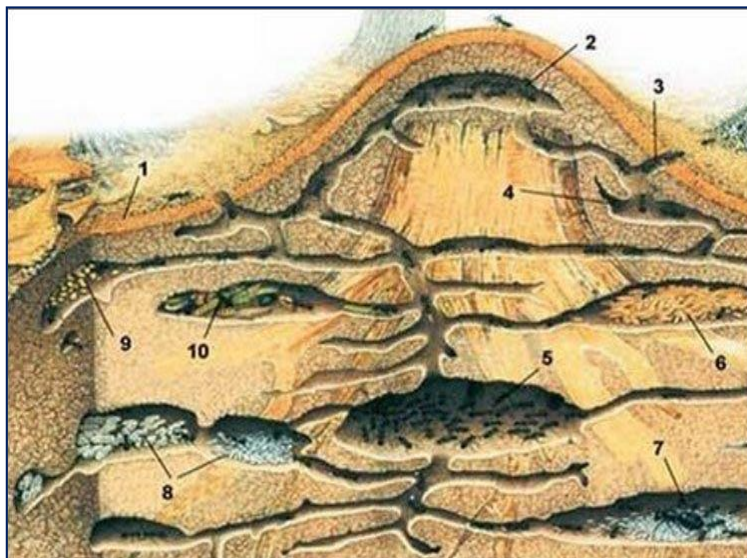


Рис.3 Разрез муравейника

Сверху муравейника – покрытие (1), которое защищает строение от дождей, ветров.

В поверхности сделаны входы (3), через которые муравьи попадают внутрь муравейника. Они же служат вентиляционными каналами – окнами, через которые попадает свежий воздух. На входах стоят муравьи-охранники.

Зимняя подземная часть (5) служит местом для зимовки, где муравьи переживают холода, а в летнем «солярии» (2) греются под лучами солнца.

В «хлебном амбаре» (6) хранятся зёрнышки.

В «мясном отделе» (10) складываются гусеницы и другая добыча.

В «коровнике» (9) проживают дойные коровки-тли.

«Будуар царицы» (7) – место матки, защищаемое охранниками.

В отдельной «родильной палате» (8) размещается будущее поколение.

На «кладбище» (4) вместе с мусором хоронят умерших муравьев.

Все эти помещения постоянно перестраиваются муравьями – открываются новые камеры, замуровываются старые, откапываются новые коридоры, а старые перекапываются и забиваются наглухо. [10].

Муравьи - участники пищевой цепи

Муравьи являются одним из основных звеньев трофических цепей экосистем. Наиболее обычно для муравьев питание различными насекомыми, однако, они с успехом могут использовать, и другие источники пищи (березовый сок, нектар ряда трав, семена, плесневые грибы, которые они разводят в ходах гнезда).

Интересна пищевая (трофическая) связь муравьев с различными равнокрылыми насекомыми (тлями, листоблошками), выделяющими богатые глюкозой и сахарозой экскременты, называемые падью.

Колонии тлей, на которых муравьи собирают падь, всегда в хорошем состоянии. Кроме того, и численность тлей увеличивается около муравейников. Муравьи заботятся о тлях — защищают от наездников, переносят на более подходящие части растений, уносят их на зимовку вглубь своих гнезд.

Муравьи являются пищей для таких животных, как рябчики, барсуки, лисицы и медведи.

Сам муравейник привлекает внимание пауков, клещей, многоножек, жуков, сверчков. Их привлекают сюда быстрое разложение веществ, высокая рыхлость почвы, стабильная температура, подходящая влажность. Некоторые из них поедают в муравейнике всякие отбросы, мертвых муравьев, не прочь поживиться муравьиными личинками. [8].

Методика исследования

Для описания муравейников и их инвентаризации использована общепринятая в мирмекологии методика Н.Г.Дьяченко, А.А. Захарова. [5;6;7].

1. Описание муравейника по следующим характеристикам:

– место расположения гнезда (прямо у ствола дерева с указанием его породы, под кроной дерева, на открытом месте);

-тип гнезда и форма наземного купола;

-наличие гнездового вала и его плотность;

-степень зарастания муравейника, гнездового вала травой и состав растительности на нём;

-внешние размеры гнезда;

-число колонн (исходящих из гнезда дорог).

Тип гнезда и форма купола. По внешним признакам оценивается принадлежность гнезда к одному из трех основных типов:

а) со скрытым валом – (СВ);

б) с внешним валом – (ВВ);

в) погруженные гнезда с внешним валом, «подземные гиганты» – (ПГ).

Выделяется 6 основных типов гнезд рыжих лесных муравьев по форме наземного купола:

-плоское - (ПЛ);

-усеченно-коническое –(УК);

-коническое –(К);

-шлемовидное –(Ш);

-сферическое –(СФ);

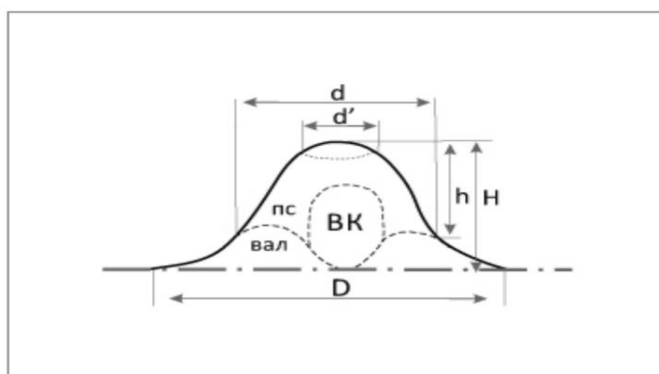
-высоко-конический с внешним (ВШ) и скрытым (СК) валом (ВК);

-столбчатый купол со скрытым валом (СТ)

Измерение размеров гнезд.

С помощью мерной ленты измеряются следующие параметры гнезд:

- общая высота гнезда (H , см);
- высота гнездового купола (h , см);
- диаметр гнездового вала (D , см);
- диаметр наземного купола гнезда (d , см);
- определение площади (S , м²) основания купола муравейника по диаметру окружности его основания (d , м) по А.А.Захарову, 1979 (*Приложение № 1 Таблица № 1*);
- определение объема купола муравейника по d и H (Длусский, Смирнов);
- определение размерного класса гнезд по Н.Г.Дьяченко (*Приложение №1 Таблица №2*).



D – диаметр гнездового вала, d – диаметр наземного купола, d' – диаметр внутреннего конуса, h – высота купола гнезда, H – общая высота гнезда.
 пс – покровный слой купола, вк – внутренний конус гнезда.

Рис 4. Схема строения муравейника

2. Определение состояния гнездового материала

Оценивается по качеству хвои покровного слоя по трехбалльной шкале:

-М1 – хвоя свежая, пахнущая смолой и колется при сжимании ее пальцами, от муравейника сильно пахнет муравьиной кислотой- гнездо активное, находящееся в хорошем состоянии.

-М2 – хвоя залежная, – не пахнет, бледная или потемневшая, мягкая на изгиб -семьи низкой строительной активности, скорее всего, наблюдается депопуляция муравейника.

М3 – хвоя старая, – темная, с грибным запахом, крошится. Муравейник находится в критическом состоянии.

3. Определение степени зарастания гнезда.

Степень зарастания муравейника травой (K_y) оценивается в долях от высоты купола (h), принимаемой за единицу, по шестибальной шкале: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1. Зарастание начинается с северной стороны купола, и трава поднимается там, как правило, выше. При описании можно ставить величину зарастания или обозначать ее двумя числами через тире, ставя впереди меньшее значение: $K_y=0,2-0,4$. Поскольку гнездо всегда зарастает сильнее с северной стороны, специально обозначать стороны света здесь не надо. Для оценки состояния муравейника имеет значение и состав поселившихся на гнезде растений, который записывается по преобладающим видам растений.

Число колонн в муравейнике (nc) определяется по числу исходящих из гнезда дорог 1-го порядка. Длину кормовых дорог измеряли с помощью рулетки измерительной.

4. Определение категории состояния муравейников:

– активные (здоровые) – категория (А). Купол гнезда конической, усечено-конической формы, сложен из свежего строительного материала (М1). Заращение гнезда травой слабое ($K_u \leq 0,2$). Имеется развитая система фуражировочных дорог;

– ослабленные (депрессивные) – категория (В). Сферическая форма купола, сложенного в основном из старого гнездового материала (М2), едва заметный запах муравьиной кислоты. Гнездо зарастает травой. Кормовые дороги укорачиваются.

– деградирующие – категория (С). Сферическая форма купола, гнездовой материал старый, потемневший с сильным запахом прелости. Гнездо может совсем зарости травой. Семья теряет контроль над большей частью охраняемой территории.

5. Определение активности движения муравьев по кормовым дорогам.

Активность движения муравьев, идущих по кормовым дорогам, определяли по количеству всех особей, прошедших в течение 1 минуты под натянутой над дорогой белой ниткой, которая не создавала препятствия для их передвижения.

6. Определение плотности почвы.

Плотность почвы определялась с помощью лопаты около муравейника и в 2-х метрах от гнезда.

Категории плотности сложения.

1. Очень плотное сложение - почва почти не поддается копке лопатой, требуется применение лома. В сухом состоянии монолитная, нож не входит в почву или оставляет в почве лишь неглубокую отметку (1 - 2 см). Во влажном состоянии почва очень вязкая и пластичная.

2. Плотное сложение - почву копают лопатой с большим усилием. В сухом состоянии монолитна, выбивается большими глыбами, во влажном - вязкая.

Нож с трудом входит в стенку разреза всего на несколько сантиметров. Такое сложение характерно для суглинистых и глинистых почв.

3. Уплотнённое сложение - почва поддается копке без особых усилий, лопата легко входит на глубину полштыка, при выбросе на поверхность почвенная масса распадается на структурные отдельные части. Нож легко входит в стенку разреза на половину-четверть лезвия.

4. Рыхлое сложение - почва хорошо оструктурена, лопата легко погружается на полный штык. Нож входит в почву более чем на половину лезвия.

5. Рассыпчатое сложение характерно для пахотных горизонтов песчаных и супесчаных почв. Частицы почвы не связаны друг с другом, а почвенная масса отличается сыпучестью.

7. Определение кислотности почвы

Пробы почвы отбирались в 0,5м и 2-х метров от муравейников. Определение кислотности проводилось в кабинете химии. Для определения

кислотности почвы использовали измеритель рН почвы HM Digital PH-80. Почву предварительно разводили в воде. Электрод рН метра погружали в раствор, который помешивали для удаления пузырьков воздуха. Для фиксации показаний нажимали на дисплее кнопку HOLD.

Таблица 1. Градация кислотности (щёлочности) почв по величине рН [11].

Характеристика почвы	рН
Сильнокислые	3,0–4,5
Кислые	4,5–5,5
Слабокислые	5,5–6,5
Нейтральные	6,5–7,0
Слабощелочные	7,0–7,5
Щелочные	7,5–8,0
Сильнощелочные	>8,5

8. Измерение температуры

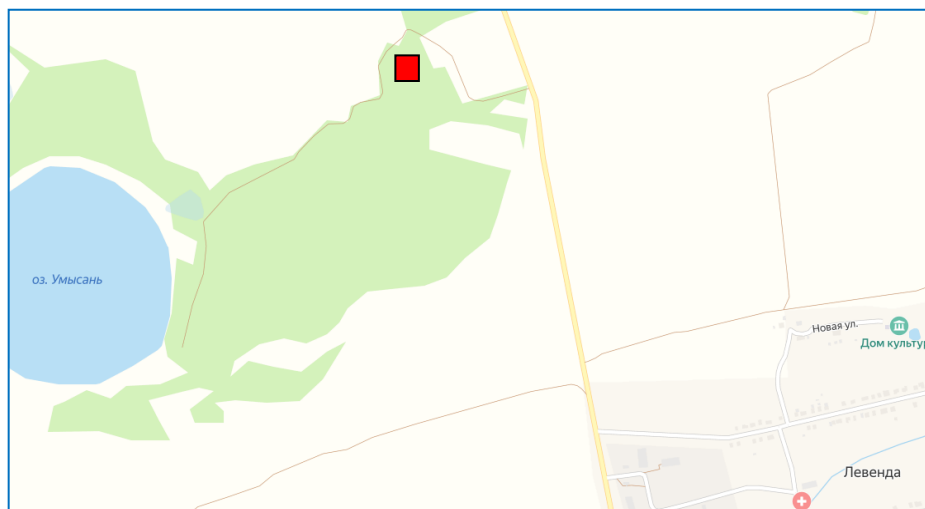
Для измерения температуры приземного слоя воздуха и температуры гнёзда в верхней части купола на глубине 10 см использовался бытовой термометр. Температура почвы измерялась на расстоянии 2 метров от муравейника на глубине 10 см почвенным термометром.

Измерение температуры проводилось три раза в сутки: в 8.00; в 13.00; в 20.00.

9. Определение воздушно-сухого состояния почвы.

Пробу почвы весом 100г – рассыпают тонким слоем на листе и просушивают на воздухе 1-2 суток.

Карта-схема участка смешанного леса



■ - район исследования муравьиных гнёзд

Исследование муравьиных гнезд проводилось на территории смешанного леса, произрастающего на северо-западе деревни Левенда Меленковского района Владимирской области.

В составе насаждения 70% составляет сосна обыкновенная, 30% береза. Средний возраст древостоя 44 года. Почвы дерново-подзолистые. Для них характерен маломощный дерновый горизонт. Они обладают сильнокислой и реакцией (рН 3,3-5,5).

Муравейники находятся на участке смешанного леса расположенном на расстоянии 520 метров от шоссе 17Н-438. В древостое преобладает берёза бородавчатая, в подросте - сосна обыкновенная, крушина ломкая, в травяном ярусе произрастают злаковые растения, подмаренник цепкий, лапчатка прямостоячая, зверобой продырявленный, звездчатка ланцетолистная, манжетка, орляк обыкновенный.

Вдоль северной границы участка проходит грунтовая дорога местного значения.

В ходе исследования:

- 1.Провели обмеры муравейников, составили их описание по комплексу признаков.
- 2.Определили число колонн в муравейниках, измерили длину муравьиных троп.
3. Определили активность движения муравьев по кормовым дорогам.
4. Определили видовую принадлежность муравьев.
- 5.Изучили видовой состав травянистых растений, «тяготеющих» к муравейникам.
- 6.Провели изучение почвы:
 - в природной среде: кислотность, плотность, температура.
 - в условиях лаборатории: влажность, количество органики.

Результаты исследования

В ходе исследования было проведено описание 5 муравейников рыжего лесного муравья (*Formica rufa* Linnaeus), расположенных на опушке смешанного леса, произрастающего на северо-западе д.Левенда Меленковского района Владимирской области.

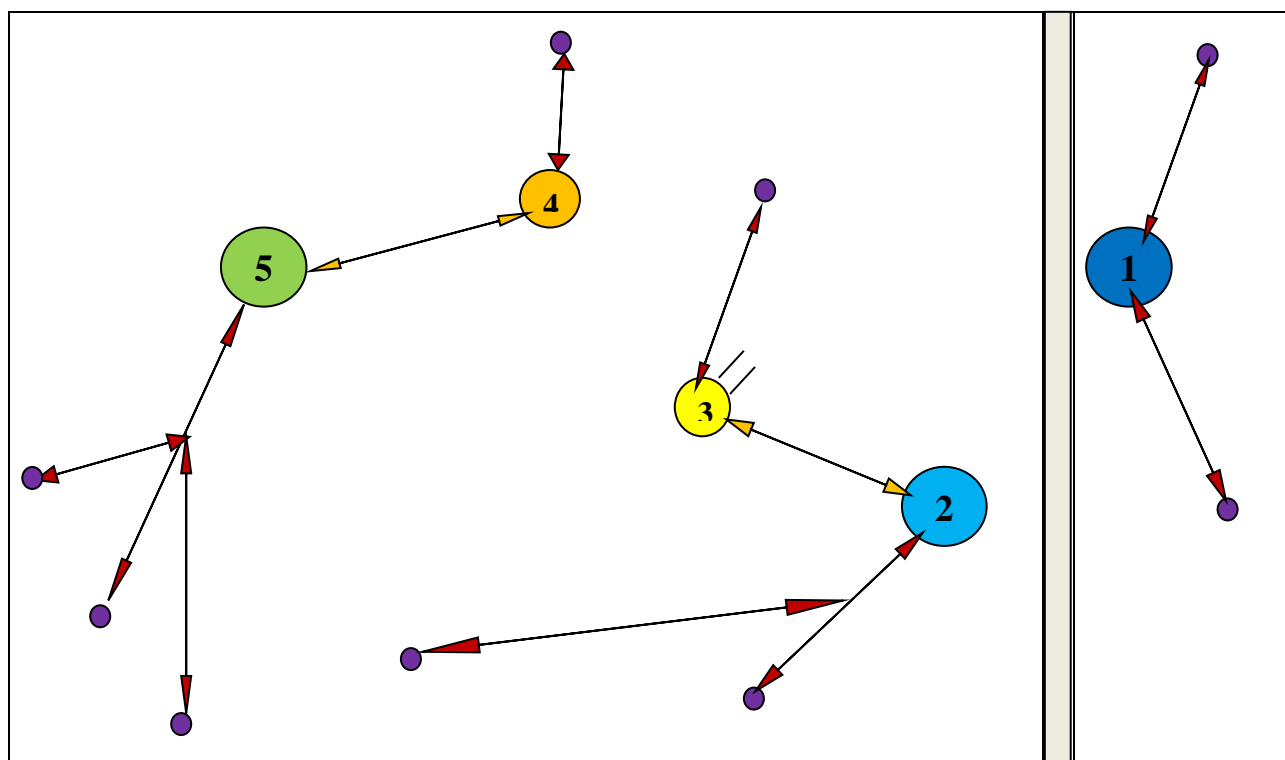
Таблица 2. Основные параметры муравейников рыжего лесного муравья (*Formica rufa* Linnaeus)

Характеристика гнезда	Муравейник № 1	Муравейник № 2	Муравейник № 3	Муравейник № 4	Муравейник № 5
Диаметр купола, D, м	0,98	0,69	0,57	0,59	0,67
Площадь основания купола S_m^2	0,79	0,39	0,28	0,28	0,39
Общая высота гнезда, H, м	0,69	0,49	0,36	0,41	0,46
Объем гнезда, V м ³	0,45	0,15	0,08	0,06	0,14
Диаметр внутреннего купола d, м	0,37	0,24	0,19	0,20	0,23
Высота внутреннего купола, h, м	0,59	0,39	0,29	0,34	0,38
Объем внутреннего конуса, V ¹ м ³	0,054	0,019	0,012	0,013	0,018
V ¹ / V, доли	0,120	0,126	0,150	0,144	0,129
Соотношение диаметров внутреннего конуса и купола гнезда d/D	0,38	0,35	0,33	0,34	0,34

См. Приложение № 1 Таблица 3. Характеристика состояния муравейников рыжего лесного муравья.

См. Приложение № 2-5 Фото Муравейники №№1-5

Схема 2 Размещение гнезд рыжего лесного муравья на участке смешанного леса



● - деревья; ↔ - обменные дороги; → - кормовые дороги
 — - рассеивание муравьев; □ - грунтовая дорога

Муравейник № 1 расположен на востоке от грунтовой лесной дороги. Расстояние от дороги до муравейника составляет 40 см. Муравейник находится на открытой местности, хорошо освещен. (Приложение №2 Фото 1).

За основу своего гнезда муравьи выбрали сгнившую нижнюю часть ствола березы, которая выходит из центра купола муравейника.

Основным строительным материалом покровного слоя муравейника служат хвоинки, палочек от веток, сержки, листья березы, комочки почвы. От гнезда пахнет муравьиной кислотой. Запах сильный. Заращение купола $K=0$.

Муравейник имеет внешний вал, образованный выносами почвенных частиц и растительными остатками, который лишён растительности и достаточно рыхлый.

Относится к III размерному классу. Диаметр основания купола составляет (D) 0,98 м. купол равномерно развит со всех сторон. Гнездо конической формы высотой (H) 0,69 метра, объем гнезда (V) $0,14\text{м}^3$.

Диаметр внутреннего купола составляет (d) 0,37 м, высота внутреннего купола – (h) 0,59 м, объем внутреннего конуса (V^1) $0,054\text{м}^3$.

Муравейник средневозрастной, находится в стадии роста, о чём свидетельствует один из важных показателей - соотношение диаметров внутреннего конуса и купола гнезда d/D , который составляет 0,38.

В муравейнике 2 колонны. Две кормовые дороги ведут к березам, растущим от муравейника на расстоянии: -17,9 м; -22,7 м. одна из кормовых дорог имеет ответвление.

Муравьи поднимаются по стволам берез на высоту 2,6 метра.

Переносят падь, частички сухих сережек березы, березовых листьев, мха, хвоинок, сухие части мух.

Обменных дорог с другими муравейниками не обнаружено.

Муравейник № 2 расположен на западе от дороги, на расстоянии 1 метра на хорошо освещенной местности. Гнездо построено у березки, состоящей из 3-х стволиков. (*Приложение №3 Фото 2*)

Муравейник находится на 2 стадии развития. Вершина его купола имеет сферическую форму. У гнезда обозначается земляной вал, который зарастает травянистой растительностью. Заращение купола $K \leq 0,2$.

На поверхности муравейника много палочек от веток березы, березовые сережки и листья, свежая сосновая хвоя (M1), комочки почвы. От муравейника исходит средний запах муравьиной кислотой.

Относится к II размерному классу. Диаметр купола муравейника составляет (D) 0,69 м, высота - (H) 0,49 метра, объем гнезда (V) - 0,15м³.

Диаметр внутреннего купола (d) - 0,26м высота внутреннего купола (h) - 0,39 м, объем внутреннего конуса (V¹) - 0,019м³.

Муравейник находится в стадии устойчивого развития при стабильных размерах - соотношение диаметров внутреннего конуса и купола гнезда d/D составляет 0,35.

Гнездо имеет одну колонну. Кормовая дорога 1 с одним ответвлением. Кормовая дорога идет от гнезда к березе на расстояние 16,5 метров.

Дороги идут к березам и имеют длину 16,9 м и 15,8 м. По деревьям муравьи поднимаются до высоты 2,2 м.

Муравьи переносят: травинки, сухие серёжки березы, падь

Имеется обменная дорога, по которой муравьи осуществляют связь с гнездом № 3, которое выполняет для муравьев вспомогательную функцию.

Муравейник № 3 расположен на расстоянии 3-х метров от муравейника № 2. Гнездо расположено на открытом пространстве, у практически сгнившей и лежащей на земле небольшой части ствола березы. Вокруг муравейника произрастает травянистая растительность. (*Приложение №2 Фото3*).

Купол сферической формы, без растительности. Заращение купола $K \leq 0,2$. На поверхности муравейника много березовых сережек, палочек от веток березы, травинки, свежей хвои (M1), комочков почвы. Запах муравьиной кислоты от муравейника средний.

Диаметр купола муравейника (D) - 0,57м, общая высота гнезда - (H) 0,36 м, объем гнезда (V) - 0,08м³.

Диаметр внутреннего купола (d) - 0,19м, высота внутреннего купола (h) - 0,29 м, объем внутреннего купола (V¹) - 0,012м³.

Муравейник как вспомогательное гнездо имеет возможность для самостоятельного развития, так как соотношение диаметров внутреннего конуса и купола гнезда d/D составляет 0,33.

Кормовая дорога ведет к березам, растущим на расстоянии 14,6 м от гнезда. Муравьи поднимались на высоту до 2,3 м.

Так же множество муравьев-фуражиров выходят из гнезда и сразу рассеиваются по местности. Они были обнаружены на стволиках и листьях небольших осинок, произрастающих в северо-западном направлении от муравейника на расстоянии от 0,88 до 2,80 м. Большая часть муравьев устремлялась на черешки осиновых листьев, где расположились серо-черные тли. Муравьи щекотали усиками брюшко тли, и слизывали капельки выделившейся сладкой жидкости – пади. (Приложение №, Фото)

Муравьи переносили падь, сухие частички мха, коры, листьев осины.

Муравейник № 4 расположен на открытом пространстве, на расстоянии 3,7 м от муравейника № 5 с которым связан обменной дорогой. (Приложение № 4 Фото 4).

Форма гнездового купола сферическая. На поверхности муравейника много сухих палочек от веток березы и березовых сережек. Ощущается запах муравьиной кислоты средней силы. Заращение купола $K \leq 0,2$.

Муравейник имеет заросший травяной растительностью небольшой земляной вал. Диаметр гнезда муравейника (D) составляет - 0,59 м, общая высота гнезда - (H) 0,41 м, объем гнезда (V) - 0,06м³.

Диаметр внутреннего купола (d) - 0,20м, высота внутреннего купола (h) - 0,34 м, объем внутреннего купола (V¹) - 0,013м³.

Муравейник как вспомогательное гнездо имеет возможность для самостоятельного развития, соотношение диаметров внутреннего конуса и купола гнезда d/D составляет 0,34.

Кормовая дорога идет к березам, растущим от муравейника на расстоянии 15,3 м.

Муравьи по стволам деревьев поднимаются на высоту -2,2 метра
Муравьи переносили падь, сухие частички мха, травинки, семена.

Муравейник № 5 расположен на западе от грунтовой лесной дороги. Расстояние от дороги до муравейника составляет 13м. Муравейник находится на открытой местности, хорошо освещен.

(Приложение №4 Фото 5.)

Основным строительным материалом покровного слоя муравейника служат хвоинки (M1), палочки березовых веток, сережки, листья березы, комочки почвы. От гнезда исходит запах муравьиной кислоты средней силы. Заращение купола $K \leq 0,2$.

Муравейник имеет небольшой внешний вал, образованный выносами почвенных частиц, который зарос травянистой растительностью.

Диаметр купола муравейника составляет (D) 0,67м. Гнездо сферической формы высотой (H) 0,46 метров, объем гнезда (V) 0,14м³.

Диаметр внутреннего купола составляет (d) 0,23м, высота внутреннего купола – (h) 0,38м, объем внутреннего купола (V¹) 0,018м³.

Муравейник находится в стадии устойчивого развития при стабильных размерах - соотношение диаметров внутреннего конуса и купола гнезда d/D составляет 0,34.

В муравейнике 1 колонна. Кормовая дорога одна – 17,4, имеет два ответвления: к березе, расположенной на расстоянии 17.9 метров от муравьиного гнезда; к осинкам, растущим на расстоянии 16,6м от муравейника.

Муравьи очень активны, поднимаются по стволам берез на высоту 2,4 метра. Переносят падь, частички сухих сережек березы, березовых листьев, семена.

Таблица 3. Кормовые дороги, высота подъема муравьев по стволу деревьев.

	Размерный класс гнезда	Средняя длина кормовых дорог, м	Мах высота подъема, м
Муравейник №1	III	18,9	2,6
Муравейник № 2	II	16,4	2,2
Муравейник № 3	I	14,6	2,3
Муравейник № 4	I	15,3	2,2
Муравейник № 5	II	17,2	2,4
Среднее		16,6	2,3

С увеличением размерного класса муравейников от I до III возрастает дистанция движения муравьев до деревьев и составляет в среднем 15,2 м; 16,8 м; 19 м.

Это означает, что с увеличением возраста муравейников использование муравьями территории становится более интенсивным.

Максимальная высота подъема муравьев по стволам деревьев, на которой были обнаружены особи, составила 2,3 метра. На ветвях, листьях деревьев находилась тля, которую разводят муравьи для сбора – пади.

(Приложение № 5 Фото б).

Таблица 4. Активность движения муравьев по кормовым дорогам в зависимости от температуры воздуха, (особей/мин)

Время T ⁰ C	9.00ч.	14.00ч.	20.00ч.
	18,7 ⁰ C	27,1 ⁰ C	22,4 ⁰ C
Муравейник №1	56	45	54
Муравейник №2	51	41	49
Муравейник №3	47	38	45
Муравейник №4	48	39	46
Муравейник №5	54	43	51
Среднее	51	41	49

В течение дня активность перемещения муравьев по кормовым дорогам изменялась.

Наиболее активны муравьи были в утренние и вечерние часы, когда не очень жарко, средняя температура воздуха составляет 21⁰C.

В среднем по дорогам, ведущим к деревьям, пробегала утром - 51 особь в минуту, вечером - 49 особей в минуту.

Днём, когда температура воздуха поднимается до 27⁰C, отмечался спад активности движения муравьев по кормовым дорогам – до 41 особи в минуту. (Приложение № 5 Фото 7).

Результаты исследования почвы

Лесные муравьи оказывают благоприятное воздействие на почву. В процессе жизнедеятельности муравьев происходит изменение физико-химических свойств почвы: рН, плотности сложения, влажности, содержания органики, температурного режима.[5;8].

Кислотность (рН) почвы.

Таблица 5. Кислотность почвы на территории муравьиного комплекса

№ муравейника/ кислотность почвы, рН	№1	№2	№3	№4	№5
В 0,5 м от муравейника	5,7	5,7	5,5	5,7	5,8
В 2-х метрах от гнезда муравейника	5,3	5,3	5,2	5,4	5,4

Почвы на расстоянии 2-х метров от каждого из муравейников имеют слабокислую реакцию. Их кислотность в среднем составляет – 5,3.

Произрастание на данной территории лапчатки прямостоячей (*Potentilla erecta*), относящейся к группе растений кислых почв подтверждает рН почв лесной опушки. (Приложение №6 Фото 9).

На расстоянии 0,5 метра от муравейников наблюдалось увеличение значения рН в среднем на 0,4 единицы до 5,7. Среди трав, «тяготеющих» к муравейникам, встречаются растения группы слабокислых почв - манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris*) и земляника лесная (*Fragaria vesca*). (Приложение № 6 Фото 10).

Снижение кислотности почвы, вероятно, вызвано особыми условиями, которые создаются муравьями. Э. К. Гринфельд в своих исследованиях предполагал, что это происходит благодаря выделениям слюнных желез. [4].

Плотность сложения почвы

Таблица 6. Плотность сложения почвы

№ муравейника/ плотность сложения почвы	№1	№2	№3	№4	№5
Около муравейника	Рыхлая	Рыхлая	Рыхлая	Рыхлая	Рыхлая
В 2-х метрах от гнезда муравейника	Плотная	Уплотненная	Уплотненная	Уплотненная	Уплотненная

Исследование плотности почвы показало, что

- рядом с муравейниками №1-5 она имеет рыхлое сложение: лопата входит легко, погружаясь на полный штык;
- на расстоянии 2-х метров от муравейника №1, на открытой местности с незначительным растительным покровом почва имеет плотное сложение, копается лопатой с большим усилием;
- на расстоянии 2-х метров от муравьиных гнезд № 2-5 лопата легко входит в почву на глубину полштыка, копается без особых усилий.

Влажность почвы

Также данные, полученные в ходе изучения влажности почвы, показали, что в пробах почвы, собранных у края муравейников наблюдается меньшая влажность почвы - 14-18 % по сравнению с влажностью почвы на прилегающей территории - 25-27%. (Приложение №7 .Диаграмма 1).

Уменьшение плотности сложения почвы и ее влажности у края муравейников вызвано рыхлением муравьями почвенной толщи.

Содержание органического вещества

В почвенных пробах, отобранных на расстоянии 2-х метров от муравейников, содержание органического вещества составило 2,2%. В пробах почвы, взятых у края муравейников, содержание органического вещества выше на 0,4% и составило в среднем 2,6%. (Приложение №7 Диаграмма 2).

Пищевые отходы, остатки мертвых муравьев, хитина, добычи, шкурки коконов, все, что муравьи выбрасывают поблизости вместе с землей, трансформируется в гумусовые вещества. [4].

Травянистые растения, обильно произрастающие вокруг муравьиных гнезд №№ 3-5, относятся к группе требовательных к плодородию почвы и рыхлости грунта: подмаренник цепкий (*Galium aparine*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*). [9]. (Приложение № 4; №6 Фото 4; 11).

Семена марьянника имеют выросты с питательными веществами. Муравьи выросты отгрызают, а семена выбрасывают. Семенами звездчатки муравьи тоже активно интересуются.

В материалах, посвященных изучению муравейников, указывается, что распространение семян, быстрое разложение растительного опада и накопление органики идет благодаря активной гнездовой деятельности муравьев. [8;9].

Регуляция температуры муравейников

Таблица 7. Температура почвы на расстоянии 2 м от гнезда и в гнездах муравьев на глубине 10 см. (°C).

Время Т воздуха (°C)	9.00ч.		13.00ч.		20.00ч.	
	18,7°C		27.1°C		22,4°C	
	2м от гнезда	В мура вейнике	2м от гнезда	В мура вейнике	2м от гнезда	В мура вейнике
Муравейник 1	19,3	25,9	24,9	28,7	24,5	26,8
Муравейник 2	19,0	25,8	21,5	28,5	24,0	26,2
Муравейник 3	18,4	23,9	21,3	28,2	23,9	26,1
Муравейник 4	18,1	23,9	21,4	28,3	23,9	26,2
Муравейник 5	18,0	22,9	21,5	27,9	24,0	26,5
Среднее	18,5	24,5	22,1	28,2	24,0	26,4

Средняя температура в муравейниках на глубине 10 см составила 26,2⁰С, что выше средней температуры окружающей среды на 3,7⁰С и выше на 4,9⁰С температуры почвы.

В утренние часы (9.00ч) температура в муравейниках была выше чем температура воздуха на 5,8⁰С, в дневное время (14.00ч) на 1.1⁰С, вечером (20.00ч) на 4⁰С.

Благодаря тому, что гнезда поднимаются над травой в среднем на 48см и хорошо вентилируются, они лучше прогреваются солнцем. Система вентиляционных тоннелей помогает муравьям накапливать и сохранять тепло и не допускать переохлаждения гнезда.

В жаркое дневное время открывание муравьями испаряющих камер, усиливает испарение с поверхности купола и не допускает перегрева муравейника. [4]. (Приложение №5 Фото 8).

Выводы

В лесорастительном смешанном сообществе на площади 0,86га при инвентаризации было обследовано 5 муравейников рыжего лесного муравья (*Formica rufa* Linnaeus).

Муравейники расположены на открытой опушке леса с хорошей освещенностью. Два гнезда находятся непосредственно у грунтовой дороги.

Муравейники №№ 1,2,5 являются одиночными гнездами. Муравейники №№3,4 – вспомогательными гнездами.

1. На обследованной территории 80% муравейников – это небольшие гнезда I и II класса с $d=0,57-0,69$ м. Один муравейник относится к III размерному классу с $d=0,98$ м.

Форма у 60% (3 шт.) гнезд сферическая, по 20% приходится на усеченно-коническую и коническую форму соответственно. Хвоя покровного слоя свежая соответствует M1. От муравейника № 1 исходит сильный запах муравьиной кислоты, от муравейников №№2-5 запах кислоты средней силы. Степень зарастания купола гнезд травой $K \leq 2$.

Данные признаки говорят о том, что муравейники и вспомогательные гнезда в поселении активные и здоровые.

2. Муравейники продолжают расти и развиваться, что подтверждает ряд признаков:

-соотношение диаметров внутреннего конуса и купола гнезда d/D от 0,33 до 0,35 у муравейников №№ 2-5 и 0,38 у муравейника № 1;

-произрастание на земляных валах гнезд среди злаков растений – нитрофилов (пырей, овсяница, чистотел).

-увеличение диаметра купола муравейников от 0,57м до 0,98 м. Линейные кормовые дороги имеют ответвления, по которым муравьи расходятся по территории.

3. Величина кормового участка в зоне посещения деревьев, на которых имеются колонии тлей, зависит от величины гнезда, количества кормовых

дорог. [5] Для муравейника №1 III класса с 2 кормовыми дорогами она составляет 0,31 га, для остальных муравейников I и II размерных классов с 1; 2 кормовыми дорогами - 0,10га.

4. Активность передвижения муравьев по кормовым дорогам изменялась в течение суток. Среднее количество фуражиров на одной дороге в течение суток составило 47 особей/мин. Более интенсивно фуражиры перемещались в утренние и вечерние часы - 51 особь/мин. Подъем температуры воздуха в дневное время до 27⁰С привел к спаду интенсивности движения на дорогах на 10 особей/мин.

Выраженная суточная ритмичность в активности муравьев на кормовом участке говорит о благополучном развитии изученных муравейников. [5].

5. Температура внутри муравейников на глубине 10 см связана с количеством физиологического тепла, выделяемого муравьями. В муравейниках она выше в среднем температуры воздуха на 6⁰С, почвы на 5⁰С.

Снижение температуры внутри гнезда в утренние и вечерние часы на 2,8⁰С объясняется уходом из гнезда в это время большого числа муравьев на кормовые дороги. [4].

6. Муравьи влияют на рН почвы, повышают ее кислотность.

Благодаря гнездовой активности муравьев рядом с гнездами почва более рыхлая, её влажность уменьшается в среднем на 10%.

Положительное влияние муравьев на почвообразование подтверждается произрастанием вокруг муравейников растительности, тяготеющей к рыхлым и питательным почвам.

Наличие среди пригнездовой растительности растения-мирмекохора: марьянника лугового свидетельствует об участии муравьев в процессе распространения семян. [9].

Заключение

Выдвинутая гипотеза в ходе исследования муравейников и жизнедеятельности рыжего лесного муравья подтвердилась.

В дальнейшем для оценки жизнеспособности изученных муравейников и роли рыжих лесных муравьев в смешанном насаждении планируется продолжить наблюдение за их развитием.

Литература

1. Арнольди К.В., Длусский Г.М. Надсемейство Formicoidea. Семейство Formicidae – Муравьи. [Электронный ресурс]:/Определитель насекомых Европейской части СССР. Л.: Наука. Т.3. ч.1., 1978. - С.519–556. URL: https://www.zin.ru/publications/fauna_keys/Keys_153_Medvedev_1987.pdf
2. Бугрова Н.М. Влияние антропогенной трансформации среды на своеобразии экологических групп муравьев/Н.М.Бугрова//Муравьи и защита леса, XI, Пермь. 2001.-С.154-157
3. Виды муравьев – строение и описание. [Электронный ресурс]. URL: <https://bioros.net/nasekomye/kak-ustroen-muraveynik-interesnaya-zhizn-murav-inogo-soobschestva.html>
4. Дайнеко Д.В. Русаков А.В. Влияние муравейников на залежные почвы (на примере Ярославской и Ленинградской областей) [Электронный ресурс]:/Вестник, СПб Сер.3. 2012. Вып. 2.- С.120-130 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-muraveynikov-na-zaleznye-pochvy-na-primere-yaroslavskoy-i-leningradskoy-oblastey>
5. Дьяченко Н.Г. Рыжие лесные муравьи Беловежской пуци. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2017. 128 с.
6. Дьяченко Н.Г. Методика экспрессивного определения основных параметров муравейников рыжих лесных муравьев // Муравьи и защита леса. Материалы XII Всеросс. мирмекологического симпозиума. Новосибирск. 2005.- С.298–300.
7. Захаров А.А., Захаров Р.А., Федосеева Е.Б. Использование параметров гнезда рыжих лесных муравьев в мониторинге муравейников. [Электронный ресурс]:/Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем Том XXVI Санкт-Петербург. Гидрометеиздат, 2015. - С. 68. URL: <http://net.knigi-x.ru/24biologiya/21017-1-udk-597796-ispolzovanie-parametrov-gnezda-rizhih-lesnih-muravev-monitoringe-muraveynikov-zaharov-1-zaharov-1-fe>
8. Захаров А.А. Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль в лесу. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 404с.
9. Зрянин В.А., Новоселова Н.А., Петрушова Е.С. Анализ растительных группировок вокруг муравейников рыжих лесных муравьев (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)://Поволжский экологический журнал, 2004.-№1.-С.48-57. URL: http://www.sevin.ru/volecomag/issues/2004_1/PEJ_2004_1_48-57.pdf
10. Как устроен муравейник или муравьиная колония. [Электронный ресурс]. URL: <https://vermins.net/muravi/kak-ustroen-muraveynik-ili-muravinaya-koloniya.html>

Таблица 1. Определение площади (S , м²) основания купола муравейника по диаметру окружности его основания (d , м) (по Захарову и др., 1987)

d	S	d	S	d	S	d	S
0,25	0,04	0,80	0,52	1,35	1,43	1,90	2,83
0,30	0,07	0,85	0,58	1,40	1,54	1,95	2,98
0,35	0,10	0,90	0,64	1,45	1,65	2,00	3,14
0,40	0,13	0,95	0,71	1,50	1,77	2,05	3,30
0,45	0,17	1,00	0,79	1,55	1,89	2,10	3,46
0,50	0,20	1,05	0,86	1,60	2,01	2,15	3,63
0,55	0,24	1,10	0,95	1,65	2,14	2,20	3,80
0,60	0,28	1,15	1,04	1,70	2,27	2,25	3,97
0,65	0,33	1,20	1,13	1,75	2,40	2,30	4,15
0,70	0,39	1,25	1,23	1,80	2,54	2,35	4,33
0,75	0,46	1,30	1,33	1,85	2,68	2,40	4,52

Таблица 2. Размерный класс муравьиных гнёзд по Н.Г.Дьяченко

Размерный класс гнёзд	Диаметр купола d , (см)
I	≤60
II	65–80
III	85–100
IV	105–120
V	125–140
VI	145–160
VII	165–180
VIII	180–200

Таблица 3. Характеристика состояния муравейников кроваво-красного муравья – рабовладельца.

Признаки	Муравейники				
	№ 1	№ 2	№ 3	№4	№5
Форма купола	Коническая	Сферическая	Сферическая	Сферическая	Усеченный конус
Растительность на куполе	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Состояние хвои	М1-свежая, упругая, светло-бурая	М1-свежая, упругая светло бурые	М1-свежая, упругая, светло бурые	М1-свежая, упругая светло бурые	М1-свежая, упругая, светло бурые
Запах гнездового материала	Сильный запах муравьиной кислоты	Средний запах муравьиной кислоты	Средний запах муравьиной кислоты	Средний запах муравьиной кислоты	Средний запах муравьиной кислоты
Крупный строительный материал на поверхности верхней трети купола	Много: хвоинки, палочки веток сережки, листья березы	Много; палочки веток сережки, листья березы	Много: сережки, палочки веток березы	Много: палочки веток, сережки, березы	Много: сережки, палочки веток березы



Фото 1. Муравейник № 1



Фото 2. Муравейник № 2



Фото 3. Муравейник № 3



Фото 4. Муравейник № 4



Фото 5. Муравейник № 5

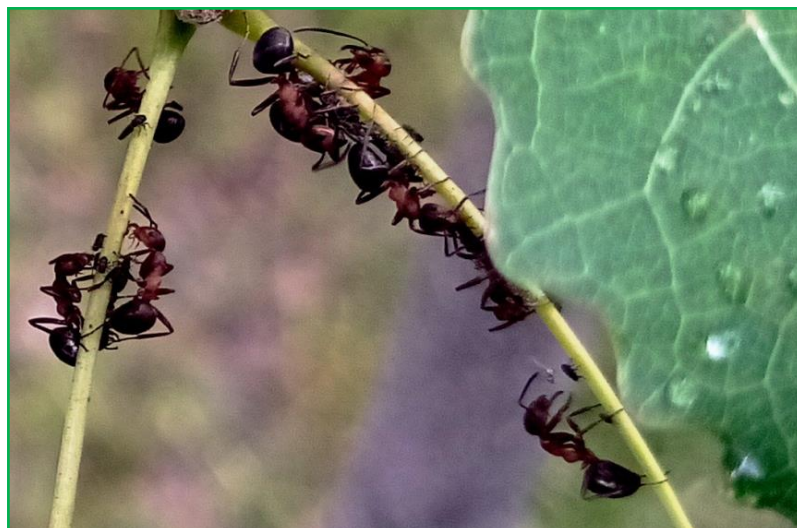


Фото 6. Посещение муравьями колонии тлей

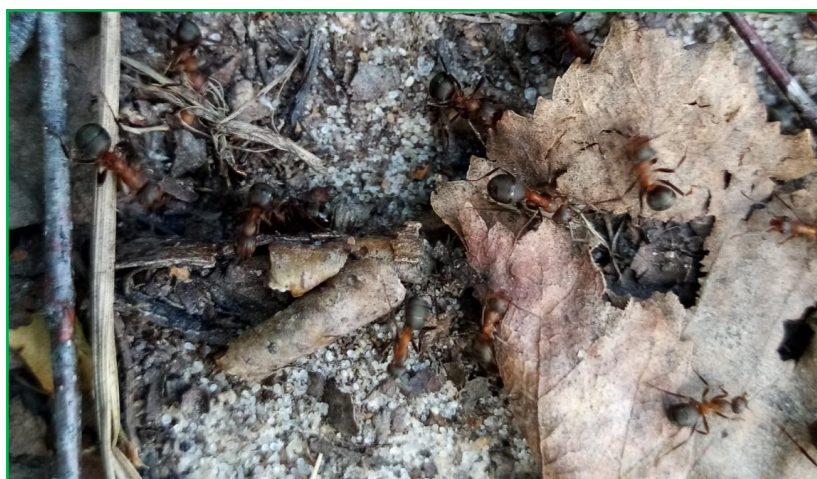


Фото 7. Движение муравьев по кормовой дорожке



Фото 8. Входы и выходы на поверхности муравейника



Фото 9. Лапчатка прямостоячая



Фото 10. Манжетка обыкновенная



Фото 11. Марьянник луговой

Диаграмма 1. Вес 100 гр пробы почвы после высушивания на солнце (воздушно-сухое состояние почвы)

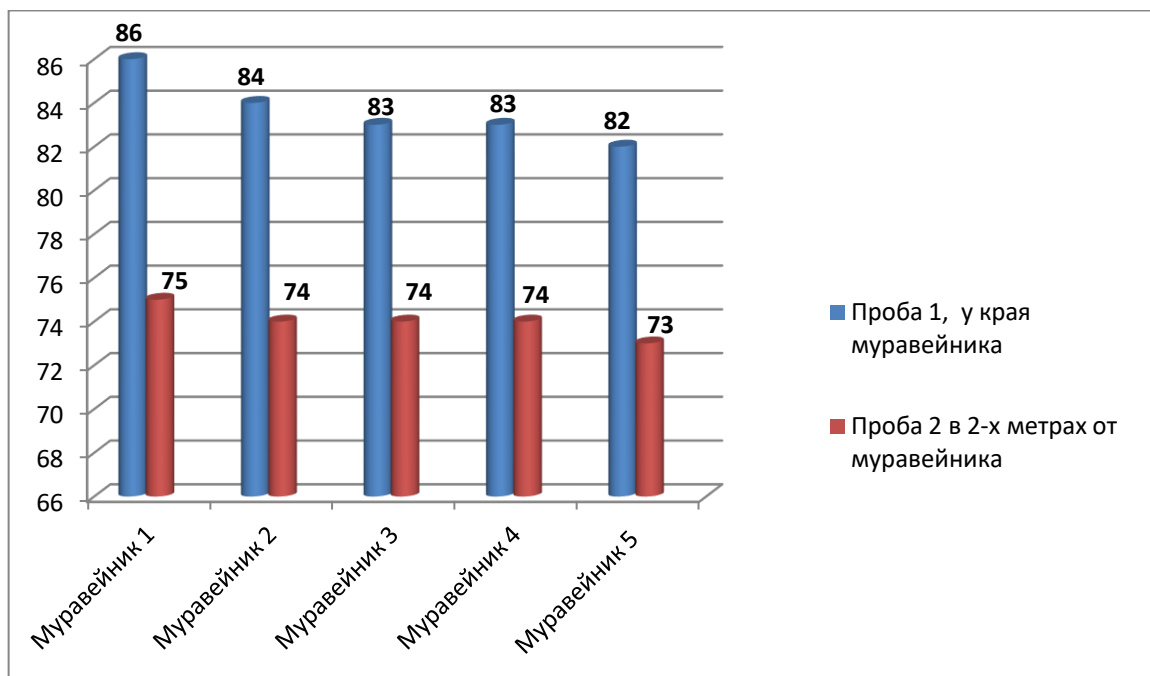


Диаграмма 2. Вес 100гр пробы почвы после прокаливания

