

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИГИНИЙНЫХ КОЛОНИЙ
МУРАВЬЕВ-ЖНЕЦОВ *MESSOR MUTICUS*
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

© 2020

Арбузов М.А.¹, Чиркова Е.Н.¹, Завалева С.М.¹, Садыкова Н.Н.²¹Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация)²Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)

Оренбургского государственного университета (г. Бузулук, Оренбургская область, Российская Федерация)

Аннотация. Описывается процесс выращивания семьи муравьев-жнецов *Messor muticus* (Nylander, 1849) в пробирочном инкубаторе по методике, предложенной Г.М. Длусским и М.П. Букиным (1986), рассматриваются его устройство и принцип работы. Муравьиные матки были отловлены во время лёта и определены в соответствии с филогенетическим анализом Ф. Стейнера. Испытуемые колонии муравьев разделены на 3 опытные и одну контрольную группы. Рассмотрены основные факторы, влияющие на формирования полигинии в колониях муравьев, такие как размеры гнезда и температура. Изложены особенности деструктивного поведения рабочих муравьев и их участие в регуляции численности яйцекладущих маток в семье, а также влияние активности феромонов на взаимоотношения рабочих и репродуктивных особей. Основной целью эксперимента являлось подтверждение теории о влиянии размеров гнезда и температуры на формирование диматочных колоний у вида с моногинийной структурой семьи. Эксперимент проводился 71 день, наблюдения фиксировались каждую неделю, итоги подводились на 8-ю и 10-ю неделю проведения эксперимента. Вывод подтверждает теоретические предположения о влиянии температуры и размеров первичного гнезда на формирование полигинийных колоний муравьев-жнецов *Messor muticus*. Полученные данные могут служить основой проведения дальнейшего изучения феномена полигинии в колониях муравьев, поведения муравьев в неестественной среде обитания и условий существования муравьев в контролируемых условиях.

Ключевые слова: полигиния; олигогиния; моногиния; муравьи-жнецы *Messor muticus*; матка; рабочие; инкубатор; аромокоммуникация; феромоновая активность; деструктивное поведение; формирование колонии; расплод; закладка гнезда; репродуктивные особи; диматочность; мономаточность; полиматочность; эксперимент.

**DEVELOPMENT OF POLYGYNOUS COLONIES
OF *MESSOR MUTICUS* ANTS IN LABORATORY CONDITIONS**

© 2020

Arbuzov M.A.¹, Chirkova E.N.¹, Zavaleeva S.M.¹, Sadykova N.N.²¹Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation)²Buzuluk Institute of Humanities and Technology (branch)

of Orenburg State University (Buzuluk, Orenburg Region, Russian Federation)

Abstract. The process of growing a family of reaper ants *Messor muticus* (Nylander, 1849) in a test tube incubator according to the method proposed by G.M. Dlussky and M.P. Bukin (1986) considers its structure and principle of operation. The queens were captured during the flight and identified in accordance with the phylogenetic analysis of F. Steiner. The test ant colonies were divided into 3 experimental and one control groups. The main factors influencing the polygyny development of ant colonies, such as nest size and temperature are considered. The features of the destructive behavior of worker ants and their participation in the regulation of oviparous queens number in the family, as well as the influence of pheromone activity on the relationship between workers and reproductive individuals are described. The main goal of the experiment was to confirm the theory of the effect of nest size and temperature on the development of dimatological colonies of a species with a monogyny family structure. The experiment was carried out for 71 days, observations were recorded every week, the results were summed up on the 8th and 10th weeks of the experiment. The conclusion confirms the theoretical assumptions about the influence of temperature and the size of the primary nest on the development of polygynous colonies of reaper ants *Messor muticus*. The data obtained can serve as a basis for further study of polygyny in ant colonies, ants behavior in an unnatural habitat and the existence of ants under controlled conditions.

Keywords: polygyny; oligogyny; monogyny; reaper ants *Messor muticus*; uterus; workers; incubator; aroma communication; pheromone activity; destructive behavior; colony development; brood; nest laying; reproductive individuals; diqueen; monoqueen; polyqueen; experiment.

Введение

Полигиния – феномен существования нескольких яйцекладущих самок (маток) в колонии муравьев. Явление часто встречается среди мелких видов, а также у видов с повышенной вероятностью смертности рабочих особей. По сравнению с моногинийными колониями полигинийность имеет ряд преимуществ, а именно больший потенциал при начальной закладке семьи, высокую продуктивность в производстве расплода, последующий быстрый рост и возможность в кратчайшие сроки вывести крылатых репродуктивных особей для возможности последующего расселения вида и возможного увеличения ареала. Полигинийностью обладают космополитные и инвазивные виды, а также многие доминирующие виды муравьев в природных местообитаниях, примером служат *Messor aciculatus* (Smith, 1874) [1, с. 87].

Полигиния также наблюдается у моногинийных видов при первоначальном формировании новой семьи и закладке гнезда, когда несколько репродуктивных самок сообща выводят первых рабочих особей, однако впоследствии остается одна яйцекладущая самка, другие либо уничтожаются рабочими, либо покидают гнездо с частью рабочих или чаще в одиночку. Замечены случаи, когда в ходе выбора единственной яйцекладущей матки рабочие убивают всех потенциальных маток. Однако иногда все матки могут выжить и остаться в гнезде, впоследствии, расселившись по разным участкам гнезда и не сообщаясь напрямую с друг другом, способны выполнять роль яйцекладущей самки [2–5]. Подобный феномен называется олигогинией.

Ключевым фактором, влияющим на образование полигинии и моногинии в колонии, являются феромоны яйцекладущих самок. У видов с полигинией феромоны (феромоновые метки, маркеры, аромокоммуникация) не играют важной роли в определении семьей главенствующей матки, они лишь оповещают рабочих муравьев о состоянии ее здоровья и репродуктивном потенциале [6; 7]. У видов с моногинией феромоновые маркеры играют значительную роль в установлении главенствующей яйцекладущей матки и оповещении рабочих особей о подчинении и устранении конкуренции. Однако феромоны, как и другие летучие химические вещества, подвержены изменению активности с изменением концентрации в воздухе и колебании температур [8; 9; 2].

Подтверждение теории о взаимосвязи размеров начального гнезда и температуры на формирование полигинийности в колониях с моногинийной структурой семьи являлось основной целью проведения эксперимента.

Объект и методы исследований

В условиях лабораторных наблюдений проводилось изучение условий формирования полигинийных колоний муравьев с моногинийной структурой семьи. Результаты эксперимента позволили обозначить условия, при которых несколько яйцекладущих самок моногинийного вида способны стабильно существовать в одной колонии.

Для определения условий формирования полигинийных колоний муравьев использовалась методика выращивания колоний в пробирочных инкубаторах в домашних условиях [10, с. 125], предложенная Г.М. Длусским и А.П. Букиным (1986).

В качестве испытуемого вида были взяты матки муравьев-жнецов *Messor muticus*. Жнецы рода *Messor* – типичные представители фауны насекомых степей, полупустынь и пустынь Евразии и Африки [11–13; 14, с. 33–40, 50]. Чаще всего это моногинийные колонии с несколькими тысячами особей. Рабочие агрессивно реагируют на второстепенных яйцекладущих маток, если основная достаточно здорова для продолжения яйцекладущей роли [15–17]. Матки, не успевшие отлететь во время лета, часто присоединяются к гнезду в качестве рабочих особей, однако редко доживают до следующего сезона [18–21]. Основной ареал *Messor muticus* – степные и лесостепные участки с преобладанием злаковых и сложноцветных. Матки для эксперимента были пойманы третьего мая юго-западнее г. Оренбурга, Оренбургской области во время лета половых особей. Для эксперимента использовались только отлетевшие матки без крыльев. Вид определил М.А. Арбузов по описанию в соответствии с филогенетическим анализом Ф. Стейнера [11]. Средняя численность гнезд – от пяти до десяти тысяч, в зависимости от условий конкуренции. В природе основными источниками пищи для степных жнецов служат семена злаковых, сложноцветных и бобовых. Ярким примером могут служить семена овсяницы валлийской (*Festuca valesiaca*), амаранта колосистого (*Amaranthus retroflexus*), люцерны посевной (*Medicago sativa*), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*) и подорожника большого (*Plantago major*). Публикации о подобных исследованиях не обнаружены.

Опыт проводился на 32 матках в 16 колониях по четыре колонии в группах, по две матки в инкубаторе. Колонии были разделены на четыре группы по четыре колонии, три испытуемые и одна контрольная. Наблюдение длилось с момента посадки маток в инкубатор и по истечении десяти недель. Учет расплода и вышедшего имаго не производился, так как на формирование полигинии данные показатели напрямую не влияют. Время проведения эксперимента – с 5 мая по 14 июля 2019 г.

Инкубатор представляет собой биологическую пробирку П-2–16–150, длиной 150 мм и диаметром 16 мм с закругленным дном, с жилым пространством, занимавшим соответственно 1/3, 2/3 и 4/5 пробирки и изолированным ватными тампонами, как показано на рисунке 1. Инкубаторы располагались горизонтально на мягкой подложке в темном месте.

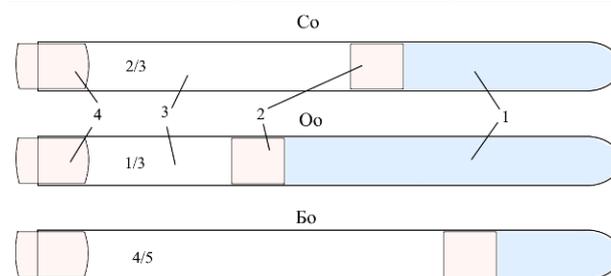


Рисунок 1 – Устройство пробирочного инкубатора.

Со – стандартный объем;

Оо – ограниченный объем; Бо – большой объем.

1 – вода;

2 – плотный ватный тампон, ограничивающий воду;

3 – жилое пространство;

4 – ватный тампон, закрывающий инкубатор

В процессе эксплуатации инкубатора вода из пробирки испаряется, поддерживая необходимый уровень влажности в жилом пространстве. Такой тип инкубатора минимизирует стрессовое воздействие и необходимость поить муравьев.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследуемые группы наблюдались при различных условиях, связанных с изменением температуры и размером гнезда.

Контрольная группа наблюдалась при стандартных условиях: +25...+28°C; 2/3 жилого объема инкубатора; отсутствие внешних раздражителей (яркий свет, постоянные вибрации, громкий шум). Группа А содержалась при пониженной температуре (+21...+25°C) и при отсутствии раздражителей, объем содержания ограниченный (Оо; 1/3 жилого объема инкубатора), большой (Бо; 4/5 жилого объема инкубатора) и стандартный (Со). Группа Б содержалась при стандартной температуре и отсутствии внешних раздражителей, объем содержания – как и у предыдущей группы. Группа В содержалась при переменных условиях: скачки температуры (+21...+28°C), присутствовали некоторые раздражители, такие как кратковременные вибрации, неяркий свет, шум; объем содержания – как и у других испытываемых групп.

Наблюдения за муравьями проводились в течение 10 недель, каждую неделю фиксировались изменения в развитии колоний. Данные представлены в таблице 1.

В первую неделю все матки из колоний отложили яйца, однако расплод маток из группы А в большом инкубаторе был замечен лишь на вторую неделю. В группах Б, В и К выход личинок из яиц осуществился также во вторую неделю, две матки из контрольной группы и по одной – из групп Б и В погибли вследствие полученных травм, предположительно от других маток в колониях. Получение травмы во время подселения и естественные травмы следует исключить из предположений, так как при осмотре в первую неделю подобных повреждений не было. Во время третьей недели инкубирования был замечен выход личинок в группе А. Во время четвертой недели эксперимента каждая группа потеряла еще по одной матке в диматочных колониях.

Оукливание расплода было замечено на шестой неделе эксперимента, однако это предположительно

могло произойти неделей раньше, группы Б и К потеряли по одной матке, группа В потеряла 2 матки. Гибель произошла также при получении травм, несовместимых с жизнью. Выход первых рабочих имаго наблюдался во время осмотра на восьмую неделю инкубирования, группа Б потеряла еще одну матку, группа В потеряла двух маток в мономаточных колониях, вследствие чего рабочие и расплод был подселен к колониям жнецов, не входящих в эксперимент. Данное событие было неминуемым, так как в ходе проявления агрессии обе матки получили повреждения в виде откусанных лапок и антенн. Предположительно матки, потерявшие обе антенны, лишились ориентации и обоняния и в итоге погибли. Муравьи *Messor muticus* имеют жало, но не способны его использовать, поэтому травмы могут нанести только с помощью мандибул. Во время осмотра на девятую неделю проводилась подкормка колоний семенами мака и амаранта. В группе А была обнаружена погибшая матка, в группе Б еще одна, но уже в мономаточной колонии. Расплод и рабочие колоний, потерявших обеих маток, были подселены к колониям, не входящим в эксперимент.

Во время итогового осмотра испытываемых колоний на десятую неделю была обнаружена еще одна полностью осиротевшая колония из группы А, где были найдены две расчлененные матки, предположительно рабочими муравьями. Возможно, изначально матки проявляли агрессию по отношению друг к другу, но рабочие предприняли действия по устранению фактора агрессии. В ходе эксперимента только одна колония из группы А смогла сохранить диматочность (рис. 2).

Как видно из результатов, такие факторы, как температура и стресс, почти не влияют на скорость развития и формирование расплода, однако в большей степени температура и стресс влияют на поведение имаго, в том числе и на яйцекладущих самок. В итоге эксперимента сохранила диматочность только одна колония, которая росла при пониженной температуре и достаточно большом объеме жилого пространства, остальные колонии либо потеряли одну из маток, либо полностью осиротели, потеряв обеих маток. Появление рабочих особей также способствует уменьшению количества яйцекладущих самок, если имеется агрессия и вражда между ними.

Таблица 1 – Данные наблюдений за испытываемыми колониями муравьев

| Неделя | Группа А (пониженная t) | | | | Группа Б (стандартная t) | | | | Группа В (переменная t) | | | | Группа К (контрольная группа) | | | |
|--------|-------------------------|-----|-----|----------|--------------------------|----------|-----|----------|-------------------------|----------|-----|----------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| | Оо | Бо | Со | Со | Оо | Бо | Со | Со | Оо | Бо | Со | Со | Оо | Бо | Со | Со |
| 1 | ППЯ | | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ | ППЯ |
| 2 | | ППЯ | | | ГМ ВЛ | ВЛ | ВЛ | ВЛ | ГМ ВЛ | | ВЛ | ВЛ | ВЛ | ГМ ВЛ | ГМ ВЛ | ВЛ |
| 3 | ВЛ | ВЛ | ВЛ | ВЛ | | | | | | ВЛ | | | | | | |
| 4 | ГМ | | | | | | ГМ | | | | ГМ | | ГМ | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | ОЛ | ОЛ | ОЛ | ОЛ | ОЛ | ОЛ | ОЛ | ГМ ОЛ | ОЛ | ГМ ОЛ | ОЛ | ГМ ОЛ | ОЛ | ОЛ | ОЛ | ГМ ОЛ |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | ПИ | ПИ | ПИ | ПИ | ПИ | ГМ ПИ | ПИ | ПИ | ПИ | ГМ ПИ | ПИ | ГМ ПИ | ПИ | ПИ | ПИ | ПИ |
| 9 | ПС | ПС | ПС | ГМ ПС | ПС | ПС | ПС | ГМ | ПС | | ПС | | ПС | ПС | ПС | ПС |
| 10 | | ГОМ | | | | | | | | | | | | | | |

Условные обозначения. ППЯ – появление пакетов яиц; ВЛ – вылупление личинок; ГМ – гибель матки, ГОМ – гибель обеих маток; ОЛ – оукливание личинок; ПИ – появление имаго; ПС – подкормка семенами.



Рисунок 2 – Диматочная колония муравьев-жнецов *Messor muticus* (фото М.А. Арбузова, 2020 г.)

Выводы

К основным факторам формирования полигинных колоний у видов муравьев-жнецов с моногинной структурой семьи относятся достаточный объем жилого пространства первичного гнезда для существования нескольких яйцекладущих самок, вследствие чего феромоны маток могут смешиваться и приобрести одинаковые маркеры для рабочих, и пониженная температура, которая, вероятно, способствует некоторому замедлению метаболизма особей, уменьшая агрессию, но при этом не останавливая репродуктивную функцию роли яйцекладущих маток в семье.

Список литературы:

1. Брайен М. Общественные насекомые. М.: Изд-во «Мир», 1986. 400 с.
2. Захаров А.А. Муравей, семья, колония. М.: Изд-во «Наука», 1978. 143 с.
3. Кузьмин В.В., Сорокин А.Ю. Протокол исследования обхода защитного механизма аромокоммуникации у муравьев «Messor-Structor» // Научные труды Центрального научно-исследовательского института русского жестового языка. М.: Изд-во «ЦНИИ русского жестового языка», 2019. С. 143–148.
4. Власенков С.А. Эколого-биологическая характеристика муравьев вида *Messor structor* Астраханской области // Зоологические экскурсии по Астраханской области и Тебердинскому заповеднику: мат-лы науч.-практ. конф. Астрахань: Астраханский государственный университет, 2019. С. 58–61.
5. Полумордвинов О.А. *Messor muticus* (Nylander, 1849) – новый южный вид фауны муравьев (Hymenoptera, Formicidae) Пензенской области // Энтомологический журнал. 2020. Vol. 9, iss. 4

ские и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов: Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 2019. С. 67–74.

6. Cahan S. Ecological variation across a transition in colony-founding behavior in the ant *Messor pergandei* // *Oecologia*, 2001. Vol. 129, № 4. P. 629–635.

7. Leclercq S., Charles S., Daloz D., Braekman J., Aron S., Pasteels J.M. Absolute configuration of anabasine from *Messor* and *Aphaenogaster* ants // *Journal of Chemical Ecology*, 2001. Vol. 27, № 5. P. 945–952.

8. Arjomandi E., Hajiqanbar N., Joharchi O. A new species of *Hoplocheylus* (Prostigmata: Tarsocheylidae) from nest of *Messor denticulatus* (Hymenoptera: Formicidae) in Iran // *International Journal of Acarology*. 2018. T. 44, № 1. P. 21–27.

9. Мишагина Ж.В. О муравьях – жертвах туркестанских агам *Laudakia lehmanni* (Nikolsky, 1896) (Reptilia, Agamidae) хребта Кугитангтау // *Евразийский энтомологический журнал*. 2005. Т. 4, № 2. С. 121–124.

10. Длусский Г.М., Букин А.П. Знакомьтесь: муравьи! М.: Изд-во «Агропромиздат», 1986. 223 с.

11. Steiner F.M., Gamsch A., Rinnhofer L., Folterbauer C., Hammerle S., Arthofer W., Schlick-Steiner B.C., Csösz S., Markó B., Stauffer C. Turning one into five: integrative taxonomy uncovers complex evolution of cryptic species in the harvester ant *Messor «structor»* // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2018. Vol. 127. P. 387–404.

12. Беляев А.Н. Степной муравей-жнец *Messor structor* (Latreille, 1789) // *Красная книга Республики Татарстан. Животные, растения, грибы*. Изд. 3-е / гл. ред. А.А. Назиров. Казань: Идеал-пресс, 2016. С. 274–275.

13. Mor-Mussery A., Budovsky A. Ecological and micro-topographical impact of *Messor ebeninus* and *Messor arenarius* ants on arid loess rangelands of the Northern

Negev // *Geography, Environment, Sustainability*. 2017. Vol. 10, № 2. С. 57–73.

14. Длусский Г.М. Муравьи пустынь. М.: Изд-во «Наука», 1981. 230 с.

15. Арнольди К.В. Обзор муравьев-жнецов рода *Messor* (Hymenoptera, Formicidae) фауны СССР // Зоологический журнал. 1977. Т. 56. С. 1637–1648.

16. Филиппов И.Д. Степной муравей-жнец (*Messor structor*) как пример для изучения общественных насекомых // Неделя науки СПбГПУ: мат-лы XLII науч.-практ. конф. с междунар. уч. СПб.: Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т, 2014. С. 109–110.

17. Heredia A., Detrain C. Worker size polymorphism and ethological role of sting associated glands in the har-

vester ant *Messor barbarus* // *Insectes sociaux*. 2000. Vol. 47, № 4. P. 383–389.

18. Турабаева Г.К., Оспанова Г.С., Бозшатаева Г.Т. Результаты изучения муравьев в качестве биоиндикаторов почвы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 2–1. С. 44–47.

19. Гордон Д. Коллективная мудрость муравьев // В мире науки. 2016. № 4. С. 104–108.

20. Захаров А.А. Мирмекология – наука лесная // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2003. № 2. С. 69–74.

21. Reyes-Lopez J.L., Haeger J.F. Sequential co-operative load transport in the seed-harvesting ant *Messor barbarus* // *Insectes Sociales*. 1999. Vol. 46, № 2. P. 119–125.

| Информация об авторе(-ах): | Information about the author(-s): |
|---|--|
| <p>Арбузов Максим Александрович, студент химико-биологического факультета; Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация). E-mail: kingwhitelui@gmail.com.</p> <p>Чиркова Елена Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и почвоведения; Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация). E-mail: nnnmem@mail.ru.</p> <p>Завалеева Светлана Михайловна, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и почвоведения; Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация). E-mail: bio@mail.osu.ru.</p> <p>Садыкова Наталья Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биоэкологии и техносферной безопасности; Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) Оренбургского государственного университета (г. Бузулук, Оренбургская область, Российская Федерация). E-mail: nataljaaladina@rambler.ru.</p> | <p>Arbuzov Maksim Aleksandrovich, student of Chemistry and Biology Faculty; Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation). E-mail: kingwhitelui@gmail.com.</p> <p>Chirkova Elena Nikolaevna, candidate of biological sciences, associate professor of Biology and Soil Science Department; Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation). E-mail: nnnmem@mail.ru.</p> <p>Zavaleeva Svetlana Mikhailovna, doctor of biological sciences, professor of Biology and Soil Science Department; Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation). E-mail: bio@mail.osu.ru.</p> <p>Sadykova Natalya Nikolaevna, candidate of biological sciences, associate professor of Bioecology and Technosphere Safety Department; Buzuluk Institute of Humanities and Technology (branch) of Orenburg State University (Buzuluk, Orenburg Region, Russian Federation). E-mail: nataljaaladina@rambler.ru.</p> |

Для цитирования:

Арбузов М.А., Чиркова Е.Н., Завалеева С.М., Садыкова Н.Н. Особенности формирования полигинийных колоний муравьев-жнецов *Messor muticus* в лабораторных условиях // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 4. С. 10–14. DOI: 10.17816/snv202094101.