

Тийу ХАНСЕН, Малле ВИИК

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У СЕВЕРНОГО ЛЕСНОГО МУРАВЬЯ ВО ВРЕМЯ ЗИМОВКИ

Целью настоящей работы было изучить сезонные изменения содержания жира, гликогена, глюкозы и полиолов (многоатомных спиртов), а также воды и сухого вещества у северного лесного муравья *Formica aquilonia* Yagg. Особое внимание уделяли изменениям количества этих веществ во время весеннего периода, когда муравьи переходят к активной жизни.

Исследуемые гнезда северного лесного муравья находились в лесничестве Кийдъярве в Пылваском районе (Эстонская ССР). Опыты проводились в течение двух сезонов — с октября 1973 г. по июнь 1975 г. Зима 1974/75 г. была очень мягкая. Средняя температура воздуха по декадам колебалась от 1,2 до $-2,0^{\circ}\text{C}$ и только в середине февраля доходила до $-5,4^{\circ}$. Обычно муравьи зимуют в подземных камерах гнезда, а в теплые зимы некоторое количество их находится в верхних зимовочных камерах в куполе. Для исследования муравьи брались в основном из муравейников, находящихся под пологом леса, из верхних и нижних камер отдельно. Весной 1975 г. проведены дополнительные исследования с особями из гнезд на опушке леса, находящихся в более благоприятных условиях освещенности и температуры. Муравьи собирали в стеклянные банки вместе с материалом гнезда. За доставку материала из Кийдъярве в Тарту авторы благодарны коллеге А.-И. Мартину. До проведения анализов муравьи содержались при температуре $0-2^{\circ}$.

Содержание сухого вещества в муравьях определялось при их высушивании до постоянного веса при $100-103^{\circ}$ (Ермаков и др., 1952). Разницу между сырым и сухим весом можно считать показателем содержания воды только условно, поскольку муравьи содержат кроме воды еще муравьиную кислоту, испаряющуюся при высушивании. Количество муравьиной кислоты может быть очень большим — до 20% (Kirchner, 1964). Содержание жира в муравьях определялось с помощью аппарата Сокслета (Ермаков и др., 1952), содержание моносахаридов — с помощью хроматографии на бумаге. Хроматограммы разгонялись дважды в растворителе *n*-бутанол—уксусная кислота—вода в соотношении 5:1:2. Проявитель для моносахаридов готовили следующим образом: 1 г пара-аминофенола смешивали в ступке с 2 мл 85%-ного H_3PO_4 , добавляли 60 мл этилового спирта и смесь фильтровали. Для появления пятен хроматограммы выдерживали в течение 5 мин при 102° . Количественные анализы проводились с помощью антронового реактива (Хайс, Мацек, 1962). Качественный состав полиолов был определен с помощью хроматографии на бумаге (Веймер, Хансен, 1970; Hansen, 1973). Количественные анализы проведены по методу Ренконена (Renkonen, 1962).

Методика определения гликогена описана ранее (Хансен, Вийк, 1979). Содержание веществ выражено в процентах к сырому весу, содержание полиолов — в миллиграммах на грамм сырого веса.

Результаты и их обсуждение

Наши результаты по обмену веществ у рабочих северного лесного муравья представлены в табл. 1 и 2. Как видно из табл. 2, с осени по весну особи, зимующие в нижних камерах гнезда, содержали воды меньше, чем рабочие, зимующие в верхних камерах, количество воды колебалось в пределах 64,6—74,4 и 71,6—77,9% соответственно. Количество сухого вещества, наоборот, было более высоким у муравьев из нижних камер (табл. 2). Соотношение между содержанием воды (+ муравьиная кислота) и сухого вещества у муравьев из нижних камер колебалось в пределах 1,8—2,9, а у муравьев из верхних камер — в пределах 2,5—3,5. В апреле у рабочих муравьев, вышедших на купол, измерено различное содержание сухого вещества, например, на верхушке купола оно было у них даже на 6,8% меньше, чем у особей, собранных с мест выхода на поверхность.

Содержание жира в муравьях в течение осени и зимы колебалось в пределах 2,28—5,57% и было несколько выше у особей из нижних камер (табл. 2). В апреле как в 1974, так и в 1975 г. у рабочих муравьев нижних камер наблюдалось резкое повышение среднего содержания жира. Установлено, что зимний покой кончается раньше у муравьев с небольшими резервами запасных веществ (Kirchner, 1964), они первыми поднимаются на купол. Вследствие ухода муравьев с низким содержанием жира, среднее его содержание у муравьев в нижних камерах повышается. Кроме того, выяснилось, что особи, собранные в местах выхода на поверхность, содержали 9,7% жира. Значит, муравьи с очень высоким содержанием жира, находящиеся в глубоких камерах гнезда, также поднимаются на купол. Тем и объясняется, почему среднее содержание жира у муравьев, появляющихся первыми на куполе, было гораздо выше, чем у муравьев, которые осенью спустились в зимовочные камеры последними (табл. 2). Весной прогревание муравьев на куполе сопровождалось быстрым уменьшением запасных жиров в их организме (табл. 1). В мае высокое содержание жира отмечалось только у тех муравьев, которые находились внутри купола в зоне молодежи.

Содержание глюкозы у рабочих северного лесного муравья увеличилось в октябре, максимума достигало оно в январе, затем опять снижалось. Особенно быстрое понижение отмечено в период перехода к активной жизни, после прогревания на поверхности купола в начале апреля (табл. 1). В мае содержание глюкозы у рабочих особей, находящихся на куполе, было незначительным. Муравьи внутри купола, в зоне молодежи, отличались более высоким содержанием моносахаридов (табл. 2).

Количество гликогена к весне уменьшалось по сравнению с зимними запасами его. Это указывает на то, что гликоген расходуется в качестве энергетического субстрата во время холодного сезона. Количество этого вещества у рабочих муравьев, находящихся на куполе, в апреле было очень небольшим. Накопление гликогена наблюдалось в июне. Обнаружены также различия в содержании гликогена между особями, взятыми из разных частей гнезда (табл. 2).

У рабочих северного лесного муравья глицерин не обнаружен. Содержание других полиолов (сорбита, маннита и дульцита) было отно-

Таблица 1

Сезонные изменения в содержании жира, глюкозы и полиолов у северного лесного муравья в 1973/74 г.

Дата определения	Жир, %	Глюкоза, %	Полиолы, мг/г
1/X	4,37±0,02	0,71±0,02	0,69±0,02
16/X	2,63±0,03	1,80±0,01	1,36±0,01
1/XI	5,33±0,90	2,00±0,00	0,59±0,03
7/I	2,28±0,05	3,40±0,00	0,97±0,05
4/II	3,41±0,01	1,68±0,02	0,86±0,01
19/II	3,65±0,49	1,30±0,07	0,54±0,02
1/IV	10,18±1,17	1,86±0,14	0,69±0,08
2/IV*	8,54±0,20	0,13±0,09	0,29±0,06
2/IV**	7,58±0,28	0,08±0,02	0,49±0,02
8/IV*	8,77±0,13	1,15±0,06	0,68±0,09
8/IV**	5,30±0,09	0,20±0,07	0,38±0,06

Примечание. * — ставшие активными только что;

** — ставшие активными несколько дней назад.

Таблица 2

Сезонные изменения содержания сухого вещества, воды (+ муравьиная кислота), жира, глюкозы, гликогена и полиолов у северного лесного муравья в 1974/75 г.

Дата и место определения	Сухое вещество, %	Вода (+HCOOH), %	Жир, %	Глюкоза, %	Гликоген, %	Полиолы, мг/г
10/X	26,5	73,5	4,59±0,11	4,08±0,03		1,11±0,01
3/XII	25,2	74,8	3,65±0,07	4,53±0,04		0,63±0,02
6/I	25,4	74,6	4,69±0,28	1,63±0,09		0,51±0,00
н	29,1	70,9	5,57±0,86	5,01±0,01		0,88±0,03
26/II	22,1	77,9	3,43±0,30	2,48±0,20	1,35±0,04	0,65±0,00
н	26,5	73,5	4,18±0,21	2,78±0,05		0,85±0,04
17/III	22,1	77,9	3,82±0,18	0,53±0,03	0,28±0,01	0,63±0,00
н	25,6	74,4	3,90±0,02	0,62±0,01	0,30±0,01	0,62±0,03
2/IV	28,4	71,6	8,34±0,67	0,55±0,06	0,40±0,00	0,68±0,00
но	35,4	64,6	13,72±0,23	0,71±0,02	0,73±0,03	0,89±0,05
21/IV	27,7	72,3	7,34±0,87	0,27±0,01	0,19±0,00	0,44±0,10
в	30,8	69,2	9,59±0,12	0,45±0,00	0,24±0,00	0,54±0,10
6/V	26,3	73,7	5,53±0,00	0,17±0,01	0,20±0,00	0,24±0,08
н	30,9	69,1	11,83±0,06	*0,18±0,01 0,66±0,00	1,06±0,01	0,49±0,00
19/V	23,6	76,4	3,80±0,10	0,21±0,00 *0,67±0,00 *0,43±0,01	0,21±0,00	0,69±0,00
н	28,6	71,4	9,97±0,10	0,21±0,00 *1,48±0,12	0,34±0,02	1,02±0,03
24/VI	25,3	74,7	3,47±0,16	0,39±0,03 *0,62±0,00	1,22±0,04	0,25±0,00

Примечание: в — верхние камеры; н — нижние камеры; о — особи из гнезд на опушке леса.

* — общее содержание моносахаридов.

нительно низким и колебалось в пределах 0,25—1,36 мг/г, причем наиболее высоким оно было у особей, взятых из нижних камер гнезда.

Содержание различных веществ было определено также у муравьев из муравейника, поврежденного дятлом. Выяснилось, что количество глюкозы у рабочих особей из этого гнезда было несколько ниже, чем

у особей из контрольного гнезда, а содержание жира, гликогена и полиолов было сходным.

Весной в гнездах на опушке леса массовое прогревание муравьев начинается раньше, чем в гнездах под пологом леса. По наблюдениям А.-И. Мартина, в этих гнездах муравьи собираются на поверхности гнезда при солнечном излучении даже при температуре воздуха 4—6° (температура поверхности гнезда достигала тогда 20—25°). В это время под пологом леса температура была 2—3°, и на поверхности купола муравьи отсутствовали (Мартин, 1980). В конце апреля (21/IV) муравьи из гнезда на опушке леса отличались меньшим содержанием жира, глюкозы, гликогена и полиолов. Такие же результаты были получены и при сравнительном изучении содержания жира, глюкозы и полиолов у муравьев с разной активностью. Одновременно анализировались муравьи трех вариантов — муравьи, находящиеся еще в зимовочных камерах, и два варианта активных особей (ставших активными несколько дней (больше недели) назад и только что). Опыты показали, что больше всего изученных веществ содержали особи из зимовочных камер, а меньше всего — муравьи, ставшие активными несколько дней назад.

Полученные данные позволяют заключить, что содержание жира, глюкозы, гликогена и полиолов у муравьев *F. aquilonia* сильно зависит от их физиологического состояния и тесно связано с состоянием покоя.

ЛИТЕРАТУРА

- Веймер С., Хансен Т. Об идентификации многоатомных спиртов и свободных аминокислот у некоторых видов чешуекрылых. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1970, 19, 47—51.
- Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мурри И. К. Методы биохимического исследования растений. М.-Л., 1952.
- Мартин А.-И. Весенняя терморегуляция в гнездах северного лесного муравья (*Formica aquilonia* Yarrow). 2. Активное разогревание гнезда. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1980, 29, 188—197.
- Хайс И. М., Мацек К. Хроматография на бумаге. М., 1962.
- Хансен Т., Вийк М. К методике определения глюкозы и гликогена у насекомых. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1979, 28, 74—75.
- Hansen, T. Variations in glycerol content in relation to cold-hardiness in the larvae of *Petrova resinella* L. (*Lepidoptera, Tortricidae*). — ENSV TA Toim. Biol., 1973, 22, 105—112.
- Kirchner, W. Jahreszyklische Untersuchungen zur Reservestoffspeicherung und Überlebensfähigkeit adulter Waldameisenarbeiterinnen (Gen. *Formica*, Hum. *Formicidae*). — Zool. Jb. Physiol., 1964, 71, 1—72.
- Renkonen, O. Determination of glycerol in phosphatides. — Biochim. Biophys. Acta, 1962, 56, 367—369.

Институт зоологии и ботаники
Академии наук ЭССР

Поступила в редакцию
30/V 1980

Tüü HANSEN, Malle VIIK

TALVITUMISEGA KAASNEVAD BIOKEEMILISED MUUTUSED LAANEKUKLASES

Artikkel käsitleb sesoonseid muutusi laanekuklase *Formica aquilonia* Yarr. vee-, rasva-, glükogeeni-, glükooosi- ja polüoolide sisalduses. Erinevatest pesa osadest kogutud sipelgatel oli nende ainete sisaldus erinev. Katsed näitavad, et see sõltub füsioloogilisest seisundist ning on tihedas seoses puhkeseisundiga.

