

СТАТЬЯ

УДК 632.732.1

**СОСТАВ ТЕЛА И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ТЕРМИТОВ
ANACANTHOTERMES AHNGERIANUS JACOBS
В АКТИВНЫЕ И НЕАКТИВНЫЕ ФАЗЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

Мирзажонова Г.С., Кучкарова Л.С.

Национальный университет Узбекистана, Ташкент, e-mail: Lyuba.kuchkarova@mail.ru

Было определено содержание белков, липидов и углеводов в организме рабочих и солдат термитов вида *Anacanthotermes ahngerianus Jacobs*, а также их выживаемость в активную (весна) и неактивную (лето) фазы жизненного цикла. Оказалось, что содержание белков в активные и неактивные фазы жизни у рабочих было однозначным, однако у солдат оно было на 12,5% больше весной, чем летом. В активную фазу жизни у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат содержание углеводов было на 23,2; 19,8; 26,0 и 18,1% соответственно больше по сравнению с неактивной фазой жизненного цикла. Весной содержание липидов было у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат соответственно на 40,9; 43,6; 43,0 и 35,6% больше, чем летом. Весной масса тела у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат также была на 13,6; 41,6; 28,0 и 41,4% соответственно больше, чем летом. Выживаемость термитов в активные фазы их жизненного цикла превалировала над выживаемостью в неактивные фазы. При этом как в активные, так и в неактивные фазы жизненного цикла выживаемость рабочих среднего возраста оказалась наибольшей, а жизнестойкость солдат наименьшей.

Ключевые слова: термиты, выживаемость, содержание белков, жиров, углеводов

BODY COMPOSITION AND SURVIVAL OF *ANACANTHOTERMES AHNGERIANUS JACOBS* TERMITES IN ACTIVE AND INACTIVE PHASES OF THE LIFE CYCLE

Mirzazhonova G.S., Kuchkarova L.S.

National University of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: Lyuba.kuchkarova@mail.ru

The content of protein, lipid and carbohydrates in the body of termite workers and soldiers of the *Anacanthotermes ahngerianus Jacobs* species, as well as their survival in the active (spring) and inactive (summer) phases of the life cycle was determined. It turned out that the protein content in the active and inactive phases of life in workers was unambiguous, but in soldiers it was 12.5% higher in spring than in summer. During the active phase of life in minor, middle and major workers and soldiers carbohydrate content was higher by 23.2; 19.8; 26.0 and 18.1% respectively compared to the inactive phase of the life cycle. Lipid content was also 40.9; 43.6; 43.0 and 35.6% more in minor, middle and major workers and soldiers in spring than in summer. In the spring, the body weight of minor, middle and major workers and soldier was also 13.6; 41.6; 28.0 and 41.4% more respectively than in summer. The survival rate of termites during active phases of their life cycle prevailed over survival during inactive phases. At the same time, both in the active and inactive phases of the life cycle, the survival rate of middle-age workers turned out to be the highest, and the viability of soldiers was the lowest.

Keywords: termites, survival, content of protein, fat, carbohydrate

Термиты – общественные насекомые, среди которых опасными вредителями сооружений в Центральной Азии являются термиты рода *Anacanthotermes*, в частности большой закаспийский термит – *Anacanthotermes ahngerianus Jacobs*. В климатических условиях Узбекистана дважды в год, в периоды зимних холодов и летней жары, они впадают в диапаузу, чтобы в глубине подземного гнезда перенести неблагоприятные условия среды [1; 2]. Как у всех общественных насекомых, среди каст и возрастов у термитов в колонии имеется распределение обязанностей. Так, старшие и средние рабочие добывают и фуражируют пищу, строят галереи, младшие рабочие в основном кормят личинок. Солдаты защищают гнездо от «врагов». Крылатые особи участвуют в воспроизводстве [1; 3].

Поведенческая активность и скорость метаболизма насекомых в активные и неак-

тивные фазы жизни неоднозначна [4], что наводит на мысль о том, что состав пластического и энергетического материала организма также зависит от образа жизни насекомого. Исследования содержания белков, углеводов и липидов в организме термитов и их выживаемости не проводились, и поэтому заслуживают интерес. Кроме того, эти данные могут послужить базой для научно обоснованного контроля термитов.

Цель работы: изучить состав тела и выживаемость термитов вида *A. ahngerianus Jacobs* в их активные и неактивные фазы жизни.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования служили термиты, собранные в 2015–2017 гг. на кладбищах Камбар-бобо и Мухаммад-бобо в Хорезмской области. Насекомые были доставлены в лабораторию в специальных

контейнерах с оптимальной для них температурой и увлажненной фильтровальной бумагой в качестве источника пищи. Термиты, собранные в апреле, рассматривались как ведущие активный образ жизни, а термиты, собранные в июле, рассматривались как ведущие неактивный образ жизни. На основе пропорциональности между возрастом рабочих и их размером [5] рабочих термитов делили на 3 возрастные группы: младшие, средние и старшие. После определения массы термитов помещали в 10 чашек Петри с фильтровальной бумагой, которую ежедневно увлажняли. В каждую чашку Петри распределяли по 10 рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и 10 солдат. Выживаемость термитов учитывали в течение 20 дней.

В организме термитов определение белка проводили методом Лоури [6], содержание углеводов – орто-толуидиновым методом, общее содержание липидов – методом Кейтса [7].

Полученные результаты обрабатывались при помощи электронных программ Excel с определением коэффициента Стьюдента – t и показателя достоверности – P . При $P < 0,05$ разница показателей между сравниваемыми группами принималась за достоверную.

Результаты исследования и их обсуждение

Оказалось, что содержание белков, углеводов и жиров в теле термитов было неоднозначным в активные и неактивные фазы жизни.

Содержание белка в активную фазу жизни, т.е. весной, у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат было на одном уровне, однако у солдат содержание белка в организме достоверно возрастало (на 11,4%) по сравнению с младшими ра-

бочими. В неактивную фазу жизни, т.е. летом, содержание белка в организме рабочих всех возрастов и солдат было однозначным (рис. 1).

Если же сравнивать содержание белка в теле термитов в активные и неактивные фазы жизни, то увеличение содержания белка весной (на 16,3%) по сравнению с его содержанием летом было отмечено только у солдат (рис. 1).

Содержание углеводов весной в организме рабочих термитов был на одном уровне, но у солдат оно было на 12,5% больше, чем у рабочих младшего возраста. Летом, т.е. в неактивную фазу жизненного цикла, у рабочих всех возрастов и солдат содержание углеводов было приблизительно на одном уровне. Однако в активную фазу жизненного цикла по сравнению с неактивной фазой у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат содержание углеводов было на 23,2; 19,8; 26,0 и 18,1% больше соответственно (рис. 2).

Содержание липидов у рабочих всех возрастов и солдат как в активную, так и в неактивную фазы жизненного цикла было выражено на одном уровне. Однако весной содержание липидов в организме рабочих всех возрастов и у солдат превалировало по сравнению с содержанием липидов летом. У рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и у солдат в активную фазу содержание липидов по сравнению с неактивной фазой жизненного цикла превышало на 40,9; 43,6; 43,0 и 35,6% соответственно (рис. 3).

Масса тела. Уменьшение содержания основных питательных субстратов летом по сравнению с весной отразилось и на массе тела. Масса тела термитов с возрастом заметно увеличивалась, но это увеличение было неоднозначным в активные и неактивные фазы жизни термитов (табл. 1).

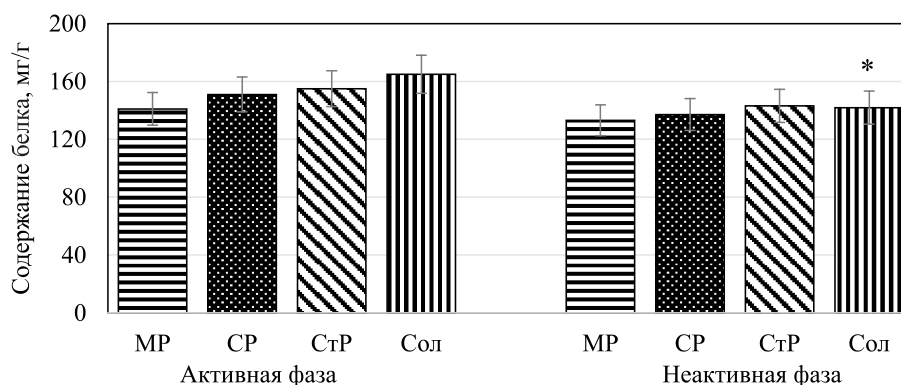


Рис. 1. Содержание белка у рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm t$; при $n = 25-30$). MP, CP, СтP и Сол – рабочие младшего, среднего, старшего возраста и солдаты соответственно; * $P < 0,05$

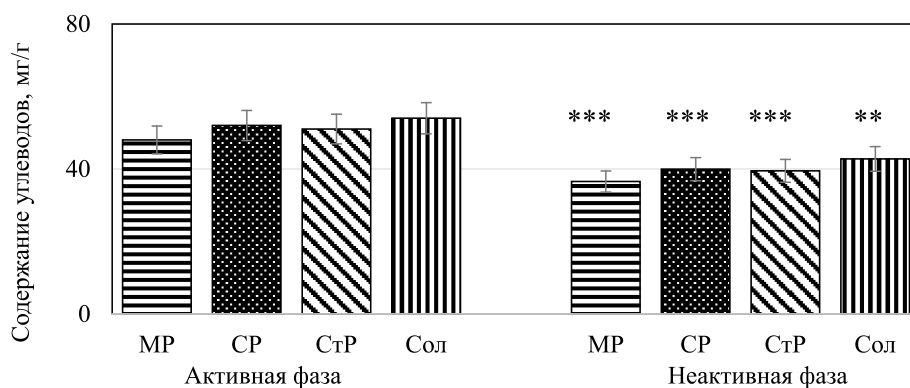


Рис. 2. Содержание углеводов в организме рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$, при $n = 25-30$). MP, CP, СтP и Сол – рабочие младшего, среднего и старшего возрастов и солдаты соответственно; *** - $P < 0,01$; ** - $P < 0,001$

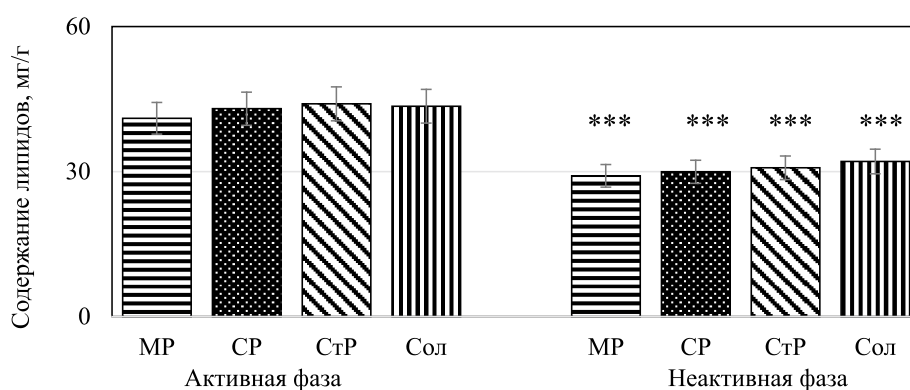


Рис. 3. Содержание липидов в теле термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$, при $n = 25-30$). MP, CP, СтP и Сол – рабочие младшего, среднего и старшего возрастов и солдаты соответственно; *** - $P < 0,001$

Таблица 1

Масса тела (мг) рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$; при $n = 25-30$)

Возраст и касты	Активная фаза	Неактивная фаза	P
Рабочие младшего возраста	$8,3 \pm 0,3$	$7,3 \pm 0,3\alpha$	$<0,05$
Рабочие среднего возраста	$14,3 \pm 0,6$	$10,1 \pm 0,2$	$<0,001$
Рабочие старшего возраста	$20,1 \pm 0,8$	$15,7 \pm 1,1$	$<0,01$
Солдаты	$28,5 \pm 0,5$	$20,2 \pm 0,6$	$<0,001$

Примечание. P – достоверность различий массы тела в активные и неактивные фазы жизни термитов.

Так, в активную фазу жизни, весной, масса тела средних и старших рабочих и солдат была в 1,7; 2,4 и 3,4 раза больше по сравнению с младшими рабочими. В неактивную фазу жизни, летом, масса тела рабочих среднего возраста была в 1,3 раза; масса тела старших рабочих – в 2,1 раза, а масса тела солдат – в 2,7 раза больше массы рабочих младшего возраста. Идентич-

ные возрасты и касты термитов в активную фазу жизненного цикла имели большую массу тела, чем в неактивную. Так, весной масса тела у рабочих младшего, среднего и старшего возраста, а также масса тела солдат была соответственно на 13,6; 41,6; 28,0 и 41,4% больше, чем летом (табл. 1).

Кроме того, несмотря на содержание термитов в оптимальных для их существо-

вания условиях, двигательные реакции термитов весной были весьма быстрые, а движение насекомых летом было медленным и чередовалось с оцепенением.

В оптимальных микроклиматических условиях была определена выживаемость термитов, собранных весной и летом в 10 чашках Петри, в каждой из которых находилось по 10 рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и 10 солдат (табл. 2).

Выживаемость различных каст и возрастов термитов весной и летом была неоднозначной как у рабочих различных возрастов, так и у солдат. Количество жизнеспособных термитов младшего возраста на 5, 10, 15 и 20-й дни наблюдения уменьшалось соответственно на 20,4; 27,6; 42,8 и 55,9%. У средних рабочих степень жизнеспособности была выражена больше, чем у старших или младших. К концу 20-дневного наблюдения выживало $76,2 \pm 5,3\%$ рабочих термитов среднего возраста. Выживаемость у солдат была наименьшей. Живых солдат к 20-му дню наблюдения у термитов активной фазы жизненного цикла уже не оставалось. Такая возрастспецифичная и кастоспецифичная степень выживаемости термитов была отмечена и в неактивные фазы их жизни. Однако степень выживания термитов в лабораторных условиях весной была больше, чем осенью. Так, например, на 10-й день наблюдения количество живых рабочих младшего, среднего и старшего возрастов было в 6,0; 2,2; 3,3 и 10,8 раза соответственно больше в активную фазу жизненного цикла термитов, чем в неактивную.

Итак, данные показывают, что по мере роста и развития термитов содержание белков, жиров и углеводов в их организме воз-

растает. Такая динамика наблюдается как в весенний, так и в летний периоды жизни термитов. Однако в период летней диапаузы содержание углеводов, и особенно жиров, у рабочих и солдат уменьшается. Весной, несмотря на энерготраты, связанные с постройкой тоннелей и галерей, добычей и фуражированием корма и т.д. [2; 8], с пищей связанной энергии поступает больше, чем необходимо для активной жизнедеятельности в этот период. Это говорит о том, что синтез органических молекул доминирует над их расщеплением. Летом же, в состоянии диапаузы, содержание пластического и энергетического материала в организме уменьшается. Такое расщепление обеспечивает жизнеспособность насекомых в неактивной фазе жизненного цикла.

Выявленное относительно стабильное содержание белков в весенний и летний периоды согласуется с общепринятым мнением о том, что белки – один из главных пластических материалов, использование которых для энергетических нужд имеет место обычно при истощении запасов углеводов и жиров [8; 9]. Снижение белкового запаса у солдат в период диапаузы, возможно, связано с тем, что в питании они полностью зависят от рабочих, доставка пищи от которых в период диапаузы, естественно, заторможена. В стабильности содержания белка у термитов играют роль и азотфиксирующие симбиотические бактерии кишечника [10].

Уменьшение массы тела всех каст термитов в неактивные фазы жизни, очевидно, обусловлено расщеплением запасов углеводов и жиров, которые обеспечивают энергию, необходимую в течение длительного периода диапаузы.

Таблица 2

Выживаемость (%) рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$; при $n = 10$)

Возраст и касты	Дни наблюдения				
	0	5	10	15	20
	Активная фаза				
МР	$100,0 \pm 0,0$	$79,6 \pm 5,6$	$72,4 \pm 5,1$	$57,2 \pm 4,0$	$44,1 \pm 3,1$
СР	$100,0 \pm 0,0$	$98,7 \pm 6,9$	$92,4 \pm 6,5$	$85,3 \pm 6,0$	$76,2 \pm 5,3$
СтР	$100,0 \pm 0,0$	$75,4 \pm 5,3$	$63,2 \pm 4,4$	$52,1 \pm 3,6$	$35,8 \pm 2,5$
Сол	$100 \pm 0,0$	$80,3 \pm 5,6$	$56,2 \pm 3,9$	$1,3 \pm 0,3$	0
	Неактивная фаза				
МР	$100,0 \pm 0,0$	$70,41 \pm 4,9$	$12,1 \pm 0,8^{***}$	$5,2 \pm 0,4^{***}$	0
СР	$100,0 \pm 0,0$	$82,3 \pm 5,8$	$41,8 \pm 2,9^{***}$	$15,4 \pm 1,1^{***}$	$3,2 \pm 0,2^{***}$
СтР	$100,0 \pm 0,0$	$56,2 \pm 3,9^{**}$	$19,4 \pm 1,4^{***}$	$8,2 \pm 0,6^{***}$	0
Сол	$100 \pm 0,0$	$44,1 \pm 3,1^{***}$	$5,2 \pm 0,4^{***}$	0	0

Примечание: МР, СР, СтР и Сол – рабочие младшего, среднего и старшего возрастов и солдаты соответственно; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Несмотря на то что летом термиты сохранились в камерах с оптимальной температурой (20–23 °С) и влажностью (60–70%), их смертность была более высокой по сравнению с термитами, собранными весной и содержащимися в тех же условиях. Самыми жизнестойкими оказались рабочие среднего возраста. Эти результаты ассоциируются с исследованиями на дрозофиле, где показано, что уменьшение толерантности к внешним факторам в раннем онтогенезе связано с незрелостью систем, а в старшем является результатом их функционального старения [11].

Летом термиты в лабораторных условиях при наличии пищи и оптимальной температуры были малоподвижны и нежизнеспособны. Эти данные говорят о том, что у термитов физиологически адекватным для естественного состояния покоя в период диапаузы является медленное окисление запасов жиров и углеводов. Создание «благоприятных» условий температуры и влажности, характерных для активной фазы жизненного цикла в период диапаузы, возможно, сбивает генетически запрограммированные ритмы [12]. Отсутствие движения при медленном потреблении энергии необходимо для длительного поддержания жизненных процессов и препятствует иссушению организма в летний период.

Следовательно, данные показывают, что одной из причин низкой выживаемости термитов в период диапаузы является истощение энергетического и пластического материала, что наводит на мысль о том, что проведение противотермитных мероприятий в неактивную фазу жизненного цикла насекомых может оказаться более эффективным, чем проведение таковых в активную фазу их жизни.

Выводы

1. В активную фазу жизненного цикла (весна) масса тела, содержание углеводов

и липидов у рабочих термитов и солдат *Anacanthotermes ahngerianus* Jacobs больше, чем в неактивную (лето).

2. Выживаемость термитов в активные фазы их жизни превалирует над таковой в неактивные фазы, при этом выживаемость солдат в обе фазы оказалась наименьшей, жизнестойкость же рабочих среднего возраста оказалась наибольшей.

Список литературы

1. Abdullaev I.I., Khamraev A.Sh., Martius Ch., Nurjanov A.A., Eshchanov R.A. Termites (Isoptera) in irrigated and arid landscapes of Central Asia (Uzbekistan). *Sociobiology*. 2002. V. 40. No. 3. P. 605–614.
2. Хамраев А.Ш. Термиты Центральной Азии // Защита и карантин растений. 2010. № 3. С. 72–73.
3. Хамраев А.Ш., Кучкарова Л.С., Ахмеров Р.Н. Роль термитов в глобальном метаболизме углерода // Экологический вестник Узбекистана. 2011. № 10. С. 21–24.
4. Zachariah N., Das A., Murthy T.G., Borges R.M. Building mud castles: a perspective from brick-laying termites. *Scientific reports*. 2017. V. 7. No. 1. P. 1–9.
5. Engel M.S., Barden P., Riccio M.L., Grimaldi D.A. Morphologically specialized termite castes and advanced sociality in the early cretaceous. *Current biology*. 2016. V. 26. Is. 4. P. 522–530.
6. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 1951. V. 193. No. 1. P. 265–275.
7. Кейтс М. Техника липидологии: Выделение, анализ и идентификация липидов. М.: Мир, 1975. 322 с.
8. Baccaro F.B., Souza J.L.P., Franklin E. Ecology shapes metabolic and life history scalings in termites. *Ecological entomology*. 2017. V. 42. P. 115–124.
9. Arrese E.L., Soulages J.L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annual Review of Entomology*. 2010. V. 55. P. 207–225.
10. Thanganathan S., Hasan K. Diversity of nitrogen fixing bacteria associated with various termite species. *Pertanika journal of tropical agricultural science*. 2018. V. 41. No. 3. P. 925–940.
11. Colinet H., Chertemps T., Boulogne I., Siauxat D. Age-related decline of abiotic stress tolerance in young drosophila melanogaster adults. *The journals of gerontology series. Biological sciences and medical sciences*. 2015. V. 71. No. 12. P. 1–7.
12. Du H., Tong R.L., Huang X., Liu B., Huang R., Li Z. Methoprene-induced genes in workers of formosan subterranean termites (*Coptotermes formosanus* Shiraki). *Insects*. 2020. V. 11. No. 2. DOI: 10.3390/insects11020071.